



A daptive
R esponsive
T ransformable

IN teractive

ARCHITECTURE



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΤΜΗΜΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΩΝ

A daptive
R esponsive
T ransformable

IN teractive

ARCHITECTURE

ερευνητική εργασία

φοιτητές: Κατιρτζίδης Αριστείδης 6872, Παπαθωμάς Εφραίμ 6915

φεβρουάριος 2012

επιβλέπουσα: Βογιατζάκη Μαρία

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΚΑΙ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	15
2.1 Θεωρητικό Υπόβαθρο	17
2.2 Ιστορική Εξέλιξη των Υπολογιστικών Συστημάτων και της Ανθρώπινης Διάδρασης	25
3. ΟΡΙΣΜΟΙ	33
3.1 Παράθεση ορισμών και Σχολιασμός	35
3.1.1 Η Έννοια της Διάδρασης	35
3.1.2 Χαρακτηριστικά της Διαδραστικής Αρχιτεκτονικής	37
i) Ο Ρόλος του Χρήστη και η Έννοια της Πληροφορικής στη Διαδραστική Αρχιτεκτονική	41
ii) Ο Ρόλος των Υλικών στη Διαδραστική Αρχιτεκτονική και η Προσαρμογή στο Περιβάλλον	51
3.2 Συγκριτική Κατηγοριοποίηση	66
3.2.1 Κατηγοριοποίηση της Διαδραστικής Αρχιτεκτονικής σύμφωνα με το Σκοπό Διάδρασης	66
i) Ανθρωπολογικά Ζητήματα στο Διαδραστικό Σχεδιασμό	67
ii) Περιβαλλοντικά Ζητήματα στο Διαδραστικό Σχεδιασμό	71
3.2.2 Κατηγοριοποίηση της Διαδραστικής Αρχιτεκτονικής σύμφωνα με τα Μέσα Διάδρασης	74
3.2.3 Διαφορετικές Κατηγορίες Ελέγχου και Συντονισμού Διαδραστικών Συστημάτων	77

4. DESIGN PROCESS – ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	81
4.1. Εισαγωγή στο Σχεδιασμό	83
4.2. Ιστορικό Πλαίσιο	83
4.3. Διαδικασία Παραγωγής	89
4.3.1. Ζητήματα Παραγωγής	89
4.3.2. Μέθοδοι Ψηφιακής Κατασκευής	91
4.3.3. Κατασκευή της Διαδραστικής Ικανότητας	99
4.4. Ψηφιακά Μέσα	101
4.4.1. Ψηφιακή Τεχνολογία - Embedded Computation	103
4.4.2. Μηχανικά Μέρη - Kinetics	107
4.4.3. Βιομιμητικές Διαδικασίες - Morphogenesis	115
4.5. Ιδιαίτερες Τεχνικές και Μέθοδοι	119
4.5.1. Ηλεκτρονικός και Ψηφιακός Σχεδιασμός	119
4.5.2. Χρήση Μαθηματικών	121
4.5.3. Wireframe, Contouring Polygons	123
4.5.4. Ρομποτική	125
4.5.5. Ψηφιοποίηση, Τριγωνοποίηση	127
4.5.6. Σμήνος, Σύννεφο Σημείων	133
4.5.7. Νέα Υλικότητα	133
4.5.8. Μαζική Παραγωγή	137
5. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ	143
5.1. ADA Space	147
5.2. Interactive Wall	149

5.3.	Saltwater Pavilion	153
5.4.	Ice	155
5.5.	Son-O-House	157
5.6.	BIX Matrix	159
5.7.	SPOTS Installation	161
5.8.	Wind Tower	163
5.9.	Enteractive Carpet	165
5.10.	Chinatown Work	167
5.11.	D-Tower	169
5.12.	Colour By Numbers	171
5.13.	Relational Architecture #6, #11	175
5.14.	AEGIS Hyposurface	179
5.15.	Usman Haque	181
5.16.	Open Columns	185
5.17.	Philip Beesley	187
5.18.	Dennis Dollens	191
5.19.	Institute Du Monde Arabe	193
5.20.	Chuck Hoberman	195
5.21.	Material Animation	201

6. ΕΠΙΛΟΓΟΣ	207
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	212
7.1. Βιβλιογραφία Ερευνητικών Θεμάτων Α.Π.Θ.	214
7.2. Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία	214
7.3. Διαδικτυακή Βιβλιογραφία	216



1 εισαγωγή



1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην ιστορία της αρχιτεκτονικής, από τις απαρχές μέχρι και πριν λίγες δεκαετίες, η κατοικία του ανθρώπου, ο χώρος εργασίας του, οι χώροι κοινωνικής συνάθροισης, και, γενικά, όλες οι εκφράσεις της αρχιτεκτονικής χαρακτηρίζονται σε μεγάλο βαθμό από μονομερή ή πολυμερή κτισμένα στοιχεία, σταθερούς όγκους στο χώρο και στο χρόνο, με ελάχιστα κινούμενα ή μεταβαλλόμενα μέρη. Η μοναδική διαφοροποίηση αφορούσε περιπτώσεις έκτακτης μετακίνησης των ανθρώπων και των κτισμάτων, όπως χαρακτηρίζει νομαδικούς ή πρωτόγονους πληθυσμούς.

Μάλιστα, αναλύοντας τη δομή και τη δυναμική των αρχιτεκτονημάτων στην ιστορία, καταλήγουμε σε ένα ενδιαφέρον συμπέρασμα: Αν εξαιρέσουμε τις μηχανολογικές και ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις που εισήχθησαν τον περασμένο αιώνα, και πλέον αποτελούν το 30% του όγκου του σύγχρονου κτιρίου, το κτίριο, στις περισσότερες των περιπτώσεων, αλλά όχι σε όλες, ήταν κυρίως ένας όγκος, ένας σχηματοποιημένος σταθερός και αμετάβλητος χώρος μέσα στον οποίο κινείται και ζει ο άνθρωπος. Εξαιρέσεις των ανωτέρω βρίσκονται σε αρκετές αρχιτεκτονικές ομάδες, δρούσες κυρίως τη δεκαετία του '60, όπου εισήγαγαν απλά κινητά στοιχεία στο σχεδιασμό τους. Σε κάθε περίπτωση, όμως, η έντονη τάση για την εξέλιξη της αρχιτεκτονικής στη σύγχρονη τεχνολογία έμενε σε λίγους, στον αριθμό, αρχιτέκτονες, και οι καινοτόμες ιδέες δεν επεκτάθηκαν στον αναμενόμενο βαθμό.

Οι τελευταίες δεκαετίες, αντίθετα, χαρακτηρίζονται από συνεχείς αλλαγές στην τεχνολογία, στην αρχιτεκτονική, και, γενικότερα, στην ποιότητα ζωής. Οι αλλαγές αυτές εισάγουν την έννοια της «μεταβλητότητας», έννοια η οποία έχει εφαρμογή σε πολλές μορφές της καθημερινότητας. Ταυτόχρονα, όσο αλλάζουν και μεταβάλλονται τα δεδομένα των εποχών, τόσο μεταβάλλονται και οι ανάγκες του ανθρώπου, προκειμένου να ανταποκριθεί σε αυτά.

Εύκολα γεννάται το ερώτημα, ποιες είναι οι πτυχές της τέχνης και της επιστήμης, οι οποίες, με τη σειρά τους, θα μπορούν να εξυπηρετούν αυτές τις νέες ανάγκες χωρίς δυσκολία; Με ποιον τρόπο ο άνθρωπος βοηθάει τον ίδιο τον εαυτό του να επικεντρωθεί και να προσαρμοστεί στη νέα εποχή;

Η αρχιτεκτονική, επιστήμη και τέχνη ταυτόχρονα, οφείλει, με τον τρόπο της, να προσαρμόζεται στα νέα δεδομένα και να επιλύει στο μέγιστο βαθμό κάθε ανάγκη ή επιθυμία του ανθρώπου. Ως επιστήμονας, ο αρχιτέκτων ανταποκρίνεται στην εργασία του δημιουργώντας λύσεις σε βασικά και ζωτικά ζητήματα του ανθρώπου. Έτσι, η μεταβλητότητα στις ανθρώπινες ανάγκες, τα νέα δεδομένα της εποχής, οδηγούν στη δημιουργία μιας «μεταβλητής αρχιτεκτονικής», μιας αρχιτεκτονικής που έχει ως κύριο σκοπό όχι μόνο την κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών, βασικών και μη, αλλά και την προσαρμογή της στις νέες συνθήκες, στις διαρκείς μεταβολές του περιβάλλοντος, στην αλληλεπίδραση χρήστη και περιβάλλοντος και στους πραγματικά γρήγορους ρυθμούς ανάπτυξης της τεχνολογίας. Εισάγει, με αυτόν τον τρόπο, μια μορφή εξέλιξης στην αρχιτεκτονική που συμβαδίζει με την εξέλιξη του ανθρώπου.

Η μεταβλητότητα στην αρχιτεκτονική μπορεί να χαρακτηριστεί πιο συνοπτικά με την έννοια της «διάδρασης», ή αλλιώς της ανταπόκρισης του αρχιτεκτονήματος στις μεταβολές του περιβάλλοντος, τις πληροφορίες που το ίδιο, αλλά και ο φυσικός χώρος μεταδίδει και της αλληλεπίδρασής του με το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Απαραίτητο συστατικό αυτής είναι η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ τους και η ύπαρξη κατάλληλων υπολογιστικών και κινηματικών μηχανισμών. Καθίσταται, με αυτόν τον τρόπο, ένα δίκτυο, ανάμεσα στον άνθρωπο και το κτίριο, ένα σύνολο αρχιτεκτονημάτων, όπου υπάρχει συνεχής ροή πληροφορίας. Το περιβάλλον και το κτίριο, πλέον, χαρακτηρίζονται ως «ευφυή», έχοντας τη δυνατότητα αφ' ενός να ελέγχουν τις οποιεσδήποτε μεταβολές, αφ' ετέρου να ανταποκρίνονται μόνα τους σε αυτές..

Η γενικότερη φιλοσοφία της διάδρασης μεταξύ χρήστη και μηχανής βασίζεται στη ροή πληροφοριών. Ορίζεται ένα κυκλικό σύστημα που προϋποθέτει τη συνύπαρξη, την επικοινωνία, τη διάδραση και τη συνδιάλεξη ανθρώπου και αρχιτεκτονικής. Μάλιστα, λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι η διάδραση είναι μια αμφίδρομη διαδικασία, ορθότερο είναι τα δύο μέλη του συστήματος «μηχανή/χρήστης» να αναφέρονται απλά ως δύο ισότιμοι συμμετέχοντες στη δράση, καθώς δεδομένα και πληροφορίες μπορούν κάλλιστα να μετακινούνται από το ένα μέλος στο άλλο.

Εκτός των άλλων, ενδιαφέροντες μηχανισμοί παρατηρούνται και στη μορφή των νέων αρχιτεκτονημάτων. Η εισαγωγή παραμέτρων στο σχεδιασμό, η ψηφιακή υλοποίηση, αλλά και η μίμηση μορφών της φύσης είναι λίγα από τα παραδείγματα που εμπνέουν νέους μελετητές και σχεδιαστές. Μάλιστα, οι τελευταίοι προσπαθούν όχι μόνο να μιμηθούν μορφές, αλλά και λογικές αναπαραγωγής λειτουργίας των φυσικών οργανισμών, σφραγίζοντας την

εισαγωγή της «βιομημητικής».

Σκοπός της παρούσας ερευνητικής εργασίας είναι η μελέτη της μεταβλητότητας και της διάδρασης στην αρχιτεκτονική και των αλληλεπιδράσεων μεταξύ χρήστη, κατασκευής και περιβάλλοντος χώρου. Πιο συγκεκριμένα, μελετούμε πώς οι ψηφιακές τεχνολογίες σχεδιασμού διαχειρίζονται την πολυπλοκότητα αυτών των αλληλεπιδράσεων και, τέλος, ποιοι τρόποι κατασκευής και ποια υλικά χρησιμοποιούνται για να μεταγράψουν σε φυσικό χώρο.

Η πολυπλοκότητα των αλληλεπιδράσεων μεταξύ χρήστη και χώρου είναι βασικός παράγοντας στη μελέτη της διάδρασης στην αρχιτεκτονική. Η κίνηση, το περιβάλλον, η πληροφορία, ο χρήστης, η τεχνητή νοημοσύνη και οι υπολογιστικές διαδικασίες χρησιμοποιούνται κάθε φορά με διαφορετικό τρόπο και σε διαφορετικό βαθμό συμμετοχής, ενώ κάθε παραγόμενη διαδικασία έχει τη μοναδικότητα και την ιδιαιτερότητά της.

Σε κάθε μορφή της, η διαδραστική αρχιτεκτονική οδηγεί σε μια νέα σχέση μεταξύ κτιρίου και ανθρώπου, ενώ το σύστημα «κτίριο/κάτοικος» αντικαθίσταται από το σύγχρονο «μηχανή/χρήστης». Όπως συμβαίνει και με τα καθημερινά μας εξαρτήματα τελευταίας τεχνολογίας, το κτίριο – κατοικία του ανθρώπου εξελίσσεται σε μια μηχανή, ικανή να ικανοποιήσει κάθε μας ανάγκη. Με μια απλή εφαρμογή (π.χ. το πάτημα ενός κουμπιού, αλλά -για να εκφραστεί καλύτερα η μεταβλητότητα- και με την απλή διαφοροποίηση μιας εξωγενούς κατάστασης) το κτίριο αντιλαμβάνεται την αλλαγή στο περιβάλλον και εκτελεί τη λειτουργία για την οποία είναι φτιαγμένο.

Η παρούσα ερευνητική εργασία επιχειρεί να απαντήσει σε καίρια ερωτήματα όπως: Πώς εισάγεται η μεταβλητότητα και η διάδραση στην αρχιτεκτονική; Υπάρχει μία ή περισσότερες κατηγορίες όπου διακρίνεται η αντίστοιχη προσέγγιση; Σε ποια μέρη του αρχιτεκτονικού συνόλου και σε τι βαθμό δίνεται προτεραιότητα ώστε να επιτευχθεί η διάδραση; Μπορούν να συνυπάρξουν πολλές τυπολογίες μεταξύ τους; Τι ακριβώς προσπαθεί να επιτύχει ο αρχιτέκτων, όταν εμπνέεται από τις μορφές της φύσης; Η βιομημητική αφορά μόνο τη μορφή του αρχιτεκτονήματος ή έχει να κάνει και με τη λειτουργία και τη δομή του;

Η μελέτη μας ξεκινάει με τη διεξοδική ανάλυση όλων των εκδοχών της διάδρασης στην αρχιτεκτονική. Εντοπίζονται οι ομοιότητες και οι διαφορές τους, γίνονται συγκρίσεις, ενώ καταγράφονται συμπεράσματα. Ταυτόχρονα, παρουσιάζονται το ιστορικό πλαίσιο και

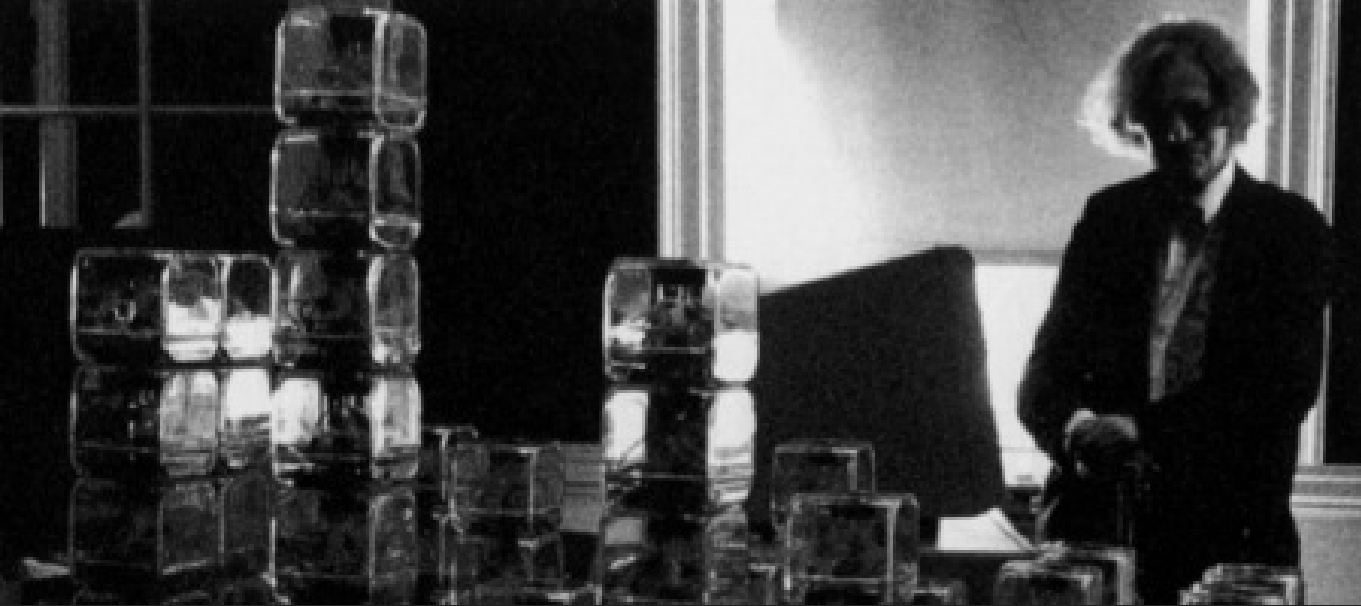
το θεωρητικό υπόβαθρο σύμφωνα με το οποίο σχεδιάζονται τα μεταβλητά αρχιτεκτονικά έργα, ενώ γίνεται μια προσπάθεια αντιστοίχισης αυτών με τις ειδικότερες κατηγορίες της διαδραστικής αρχιτεκτονικής.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τρόποι και τεχνικές σχεδιασμού και παραγωγής διαδραστικών και μεταβλητών στοιχείων, με τη μορφή είτε γενικών στρατηγικών κατασκευής, είτε λεπτομερών τεχνικών που χρησιμοποιούνται. Τέλος, όλη η παραπάνω μελέτη παρουσιάζεται πρακτικά με παραδείγματα, το καθένα από τα οποία είναι μέρος μια συγκεκριμένης κατηγορίας, έχει τη δική του μορφή στο χώρο και τη δική του κατασκευή.

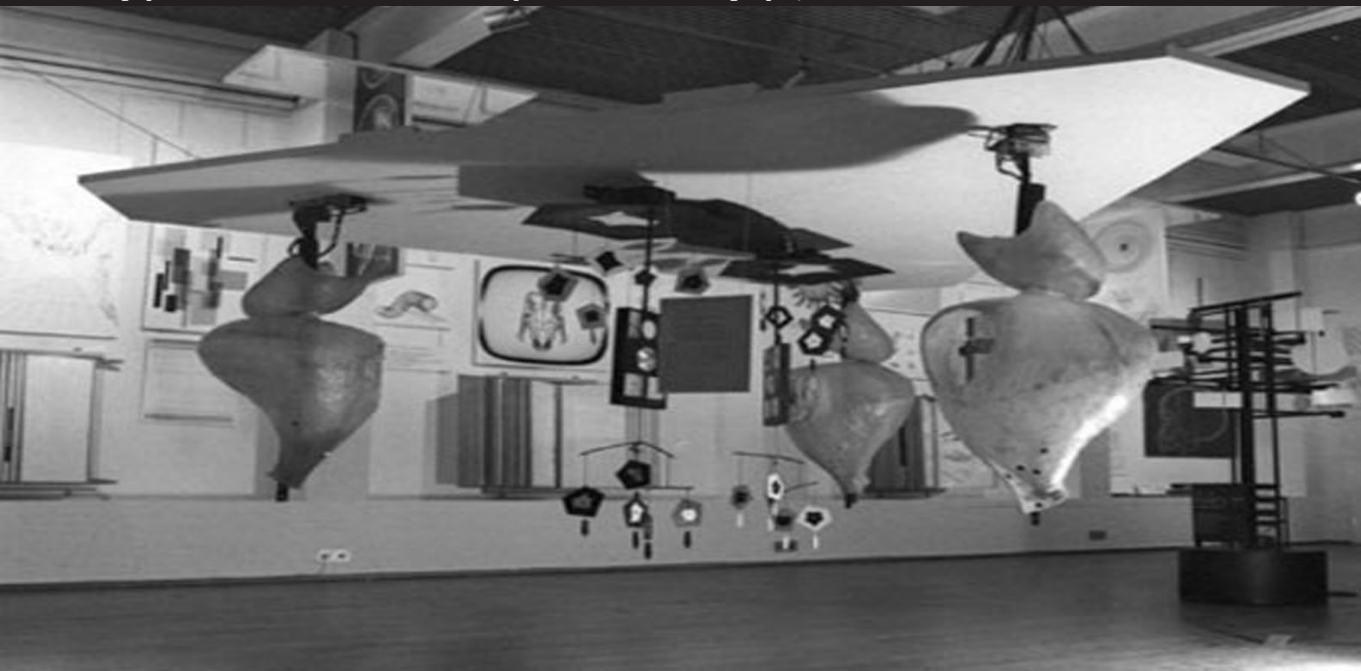


2 ιστορική αναδρομή και θεωρητικό πλαίσιο





Ο Gordon Pask επιβλέπει την κατασκευή του Universal Constructor
Colloquy of Mobiles, Gordon Pask, Cybernetic Serindipity 1968, ICA, London



2. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΚΑΙ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.1 Θεωρητικό Υπόβαθρο

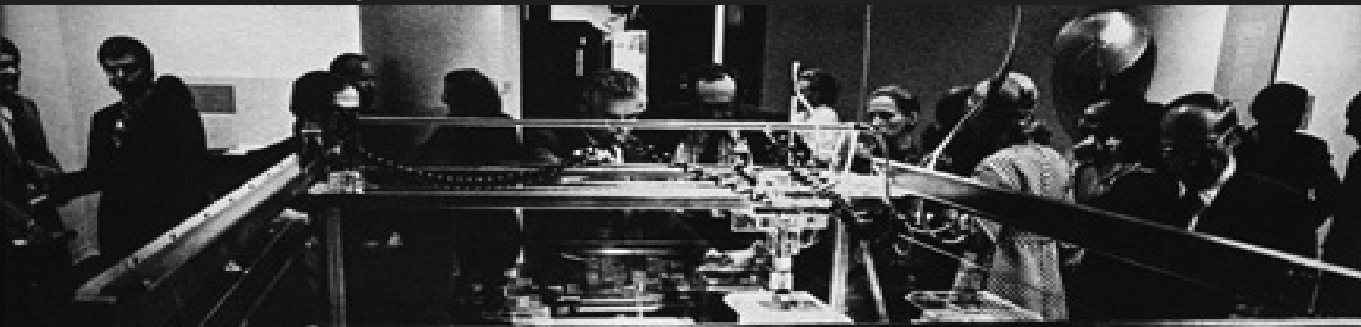
Η Διαδραστική Αρχιτεκτονική πρωτοεμφανίζεται στη δεκαετία του 1960, όταν ειδικοί στον τομέα της κυβερνητικής (cybernetics) έθεσαν τις βάσεις σε ό,τι ξέρουμε σήμερα ως διαδραστική αρχιτεκτονική. Οι ιδέες και οι έννοιες που ανέπτυξαν εισήχθησαν από μερικούς, λίγους στον αριθμό, πρωτοπόρους αρχιτέκτονες στο πεδίο της αρχιτεκτονικής. Παρ' όλα αυτά, οι προσπάθειες έμειναν κυρίως σε θεωρητικό επίπεδο, λόγω της έλλειψης των κατάλληλων υπολογιστικών μεθόδων. Μάλιστα, όπως αναφέρει ο **Usman Haque**, αυτές οι πρώιμες προσπάθειες για τη δημιουργία ενός θεωρητικού υποβάθρου συναντούσαν προβλήματα στην καθιέρωσή τους, λόγω της έλλειψης οικονομικής και εμπορικής ζήτησης και αδυναμίας υλοποίησής τους ως φυσικών μοντέλων. Για το λόγο αυτό, μία σειρά από κινήματα με αρχές παρόμοιες με αυτές της κυβερνητικής, που ακολουθούσαν bottom-up διαδικασίες, μεταξύ άλλων ο εξελικτικός προγραμματισμός (evolutionary programming), biological computation και bionics έπρεπε να περιμένουν την εισαγωγή των ψηφιακών μέσων για να αποκτήσουν υπόσταση.¹

Η κυριαρχία του οργανικού παραδείγματος ή οργανικής θεωρίας (organic paradigm / organic theory) βοηθάει στη μεταφορά των παραπάνω ιδιοτήτων στην αρχιτεκτονική. Η οργανική θεωρία αναδύεται από το φυσικό κόσμο και συνηγορεί υπέρ των εξελικτικών μοντέλων, τα οποία παράγουν μορφές ανάπτυξης και στρατηγικές συμπεριφοράς, βελτιώνοντας κάθε πρότυπο στις ανάλογες συνθήκες του περιβάλλοντος.² Πιστοί στις αρχές της οργανικής θεωρίας υπήρξαν οι περισσότεροι από τους cyberneticians.

Ένας από τους πρωτοπόρους της κυβερνητικής που βοήθησαν να αναπτυχθεί το θεωρητικό υπόβαθρο της Διαδραστικής Αρχιτεκτονικής ήταν ο Gordon Pask. Στην θεωρία του «Conversation Theory» υποστηρίζει πως αντί να κατασκευάζονται χώροι (περιβάλλοντα) που μεταφράζουν αυστηρά τις επιθυμίες μας, τα περιβάλλοντα αυτά θα πρέπει να δίνουν τη δυνατότητα στους χρήστες τους να τα διαμορφώνουν και να τα πλάθουν μόνοι τους, λαμβάνοντας τις αποφάσεις με μία διαδικασία από κάτω προς τα πάνω (bottom-up), με έναν εύπλαστο τρόπο χωρίς προκαθορισμένους στόχους.³



Seek project, Nicolas Negroponte, MIT 1970



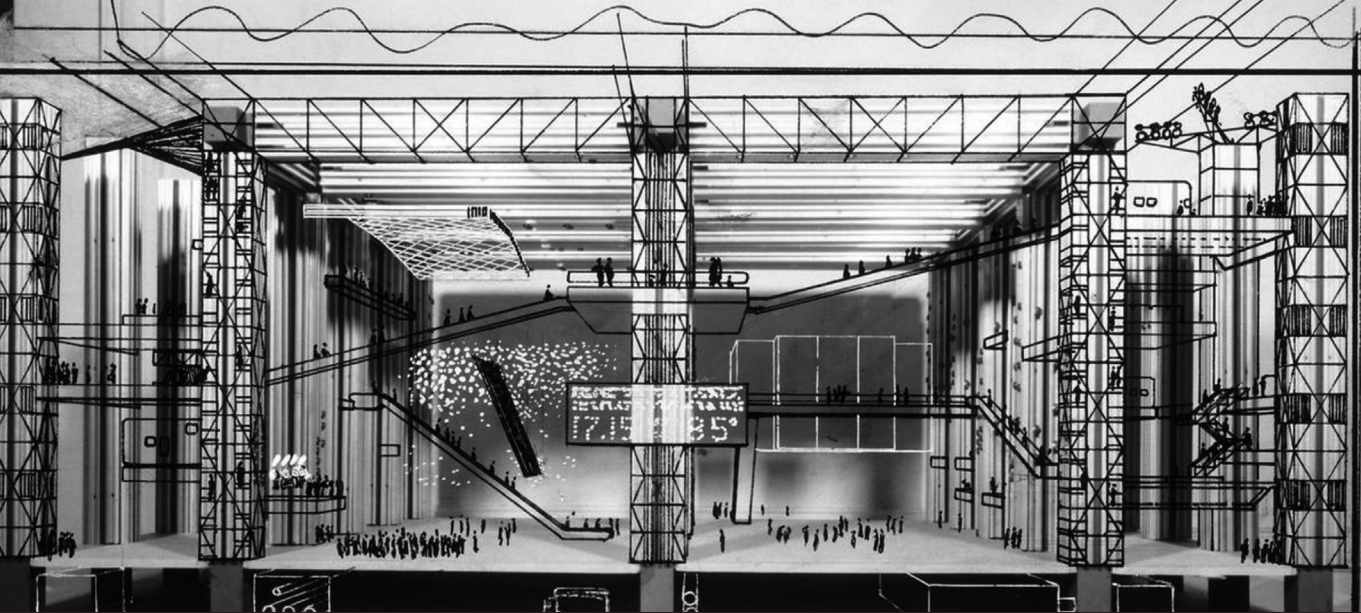
Το 1967 ο αρχιτέκτονας William Brody δημοσιεύει ένα άρθρο όπου καταγράφει τις οραματικές του απόψεις και υποστηρίζει πως «θα πρέπει να διδάξουμε στα περιβάλλοντα-χώρους πρώτα την πολυπλοκότητα (complexity), έπειτα την αυτο-οργάνωση (self-organizing) και τέλος τη νοημοσύνη (intelligence), ιδιότητες που θα τα οδηγήσουν να εξελιχθούν».⁴

Παρόμοιες απόψεις εμφανίζει στα τέλη της δεκαετίας του 1960 και ο Nicolas Negroponte που παρουσιάζει για πρώτη φορά τον όρο ανταποκρινόμενη αρχιτεκτονική (responsive architecture), καθώς ασχολείται με θέματα που προκύπτουν με την εισαγωγή των cybernetics στην αρχιτεκτονική. Ο Negroponte υποστηρίζει ότι η ανταποκρινόμενη αρχιτεκτονική είναι το φυσικό προϊόν της συγχώνευσης της δύναμης των υπολογιστικών συστημάτων στο κτιστό περιβάλλον, και το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι κτίρια πιο λογικά, καλύτερης απόδοσης.⁵

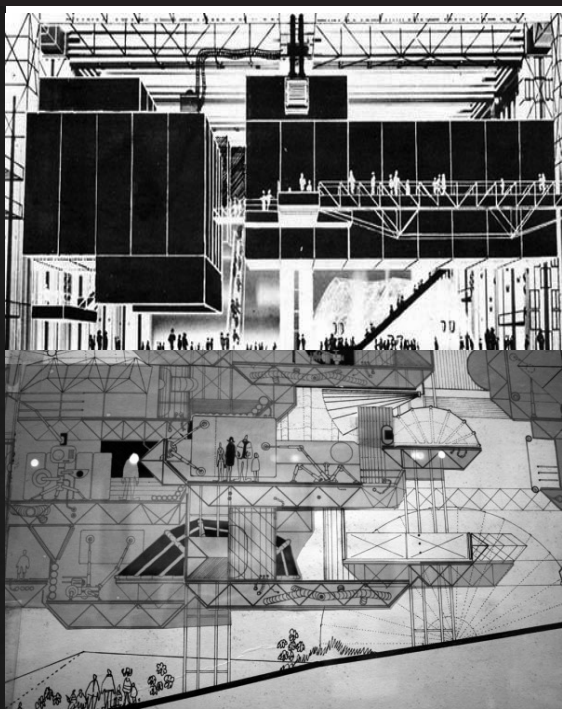
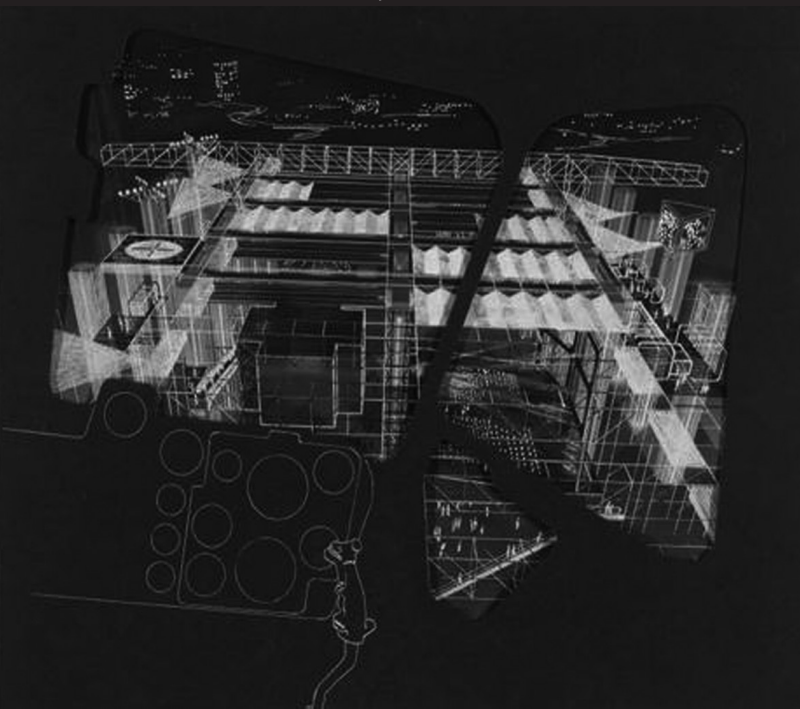
Ένας άλλος όρος που ανήκει στο Nicolas Negroponte είναι ο όρος «αρχιτεκτονική μηχανή» (architecture machine)⁵ με τον οποίο προσπάθησε να περιγράψει ένα μηχανισμό τεχνητής νοημοσύνης που θα βοηθούσε, θα εμπλούτιζε και τελικά θα αναπαρήγαγε την ίδια τη σχεδιαστική διαδικασία. Στο τελευταίο κεφάλαιο του βιβλίου του «Soft Architecture Machines» (1975), μάλιστα, αναφέρει ότι: «τέτοιου είδους μηχανές δεν θα αποτελούν απλά κομμάτι και εργαλείο της σχεδιαστικής διαδικασίας, αλλά αντίθετα θα αποτελούν το σχεδιαστικό προϊόν, οπότε καθίστανται κατοικήσιμες».⁶ Το κλειδί για την εξέλιξη αυτών των μηχανών από απλά εργαλεία σε κατοικίσια περιβάλλοντα και χώρους θα είναι η συνένωση των υπολογιστικών διαδικασιών (computational processes) με το υλικό υπόστρωμα (material substrate) των κτιριακών συστημάτων.

Ο Charles Eastman, το 1972, αναπτύσσει περισσότερο το μοντέλο της Προσαρμοστικής - Υπό Όρους Αρχιτεκτονικής (Adaptive - Conditional Architecture). Διευρύνει, μάλιστα, τις απόψεις στην κυβερνητική που είχαν πρωτοδιατυπωθεί από τον Gordon Pask, σύμφωνα με τον οποίο ο χώρος και οι χρήστες (participants/users) ερμηνεύονται ως ένα σύστημα πλήρους ανατροφοδότησης (feedback systems). Προτείνει, λοιπόν, αυτή η ανατροφοδότηση να χρησιμοποιηθεί για να δημιουργηθεί μία αρχιτεκτονική που αυτο-προσαρμόζεται (self adjust) για να καλύψει τις ανάγκες των χρηστών.⁷

Στην ίδια λογική ένας ακόμη υποστηρικτής της κυβερνητικής, ο Andrew Rabeneck, παρουσιάζει το 1969 μία πιο ρεαλιστική άποψη για τη διαχείριση της κυβερνητικής τεχνολογίας.



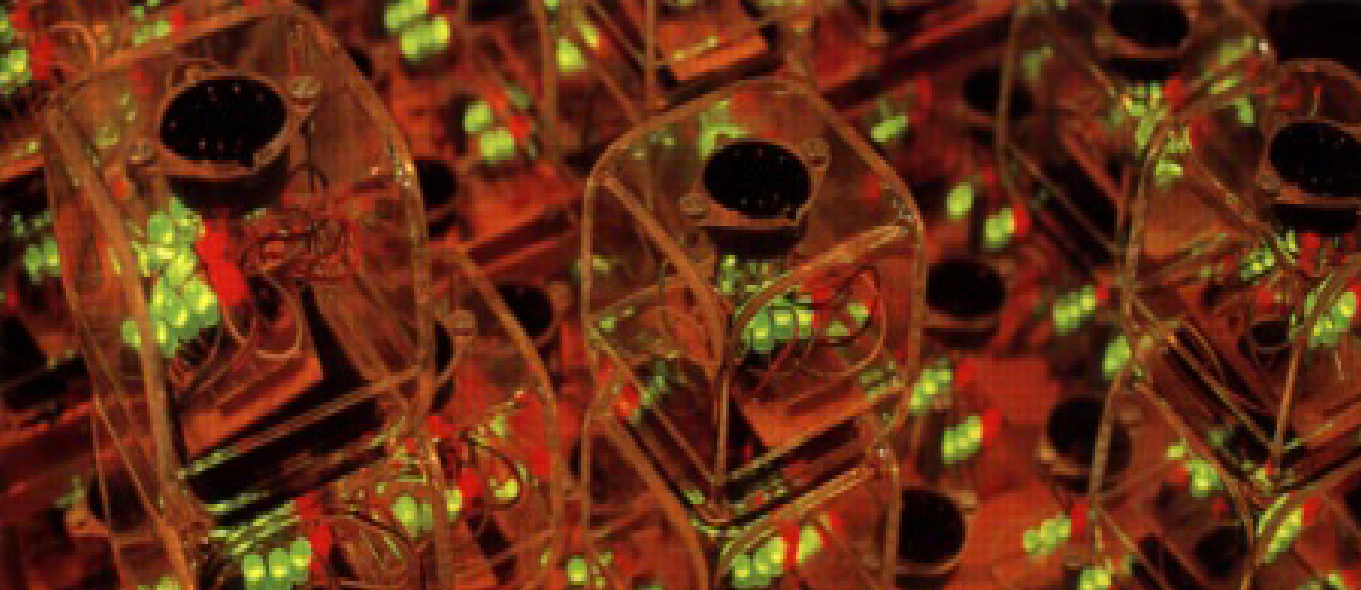
Fun Palace, Cedric Price, 1961



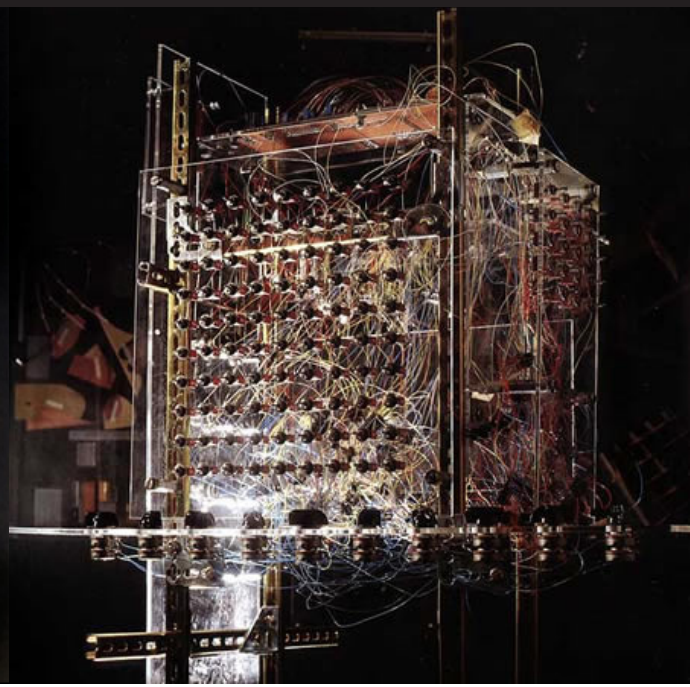
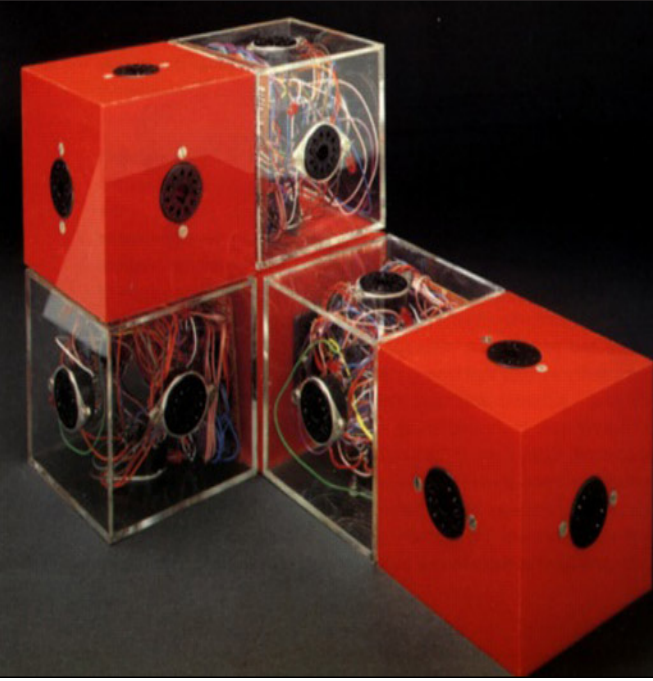
Υποστηρίζει, λοιπόν, ότι η χρήση της κυβερνητικής θα παράγει μία μορφή προσαρμοστικής αρχιτεκτονικής, που θα αυξήσει τη διάρκεια ζωής ενός κτιρίου μέσω της αυτοπροσαρμογής (self-adaption).⁸ Το σύστημα ελέγχου της προσαρμογής που ακολουθούν και οι δύο είναι αυτοματοποιημένο και διαφέρει δραστικά από αυτό που παράγει τη συγκεκριμένη περίοδο ο Yonas Friedman για την διαχείριση του ίδιου ζητήματος. Το τελευταίο, αντί να ακολουθεί μία μηχανιστική αντιμετώπιση (machine-led approach), όπως τα προηγούμενα, εισάγει τον ενεργό ρόλο του χρήστη στην εξέλιξη της διαδικασίας. Στη σύγκλιση των δύο αυτών απόψεων βρίσκεται ο Tristan d' Estree Sterk, που αργότερα θα υιοθετήσει ένα υβριδικό μοντέλο των παραπάνω δύο.^{9,10}

Τέλος, ένας από τους αρχιτέκτονες που ξεχώρισαν σε αυτόν τον τομέα της αρχιτεκτονικής σκέψης ήταν ο Cedric Price. Ο Price ήταν από τους πρώτους που υιοθέτησαν το πρώιμο έργο των cybernetics και το προέκτεινε στο αρχιτεκτονικό πεδίο διαμορφώνοντας την έννοια της «προνοητικής αρχιτεκτονικής» («anticipatory architecture»). Πολλά από τα έργα του, που έμειναν σε σχεδιαστικό στάδιο, όπως το Fun Palace το 1961, ενέπνευσαν τη δημιουργία μίας αρχιτεκτονικής διαδικασίας που ήταν απροσδιόριστη, ευέλικτη και ανταποκρινόταν στις συνεχώς μεταβαλλόμενες ανάγκες των χρηστών, σύμφωνα και με τον παράγοντα χρόνο, εισάγοντας σιγά σιγά την έννοια της διάδρασης. Σε ένα δεύτερο έργο του, ονόματι «Generative project», ο Price διερεύνησε την εισαγωγή τεχνητής νοημοσύνης (artificial intelligence) στην αρχιτεκτονική, δηλώνοντας ότι, για να χαρακτηριστεί κάτι «έξυπνο» (intelligent) σε αυτό το γενικότερο πλαίσιο, θα πρέπει να έχει την ικανότητα να παρατηρεί και να μαθαίνει το περιβάλλον, αναπτύσσοντας παράλληλα την ικανότητά του να αλληλεπιδρά με αυτό.¹¹

Ο John Frazer, συνεργάτης του Price στο τελευταίο έργο του, εξέλιξε τις ιδέες και τα πιστεύω του, αναπτύσσοντας τη δική του θεωρία στο βιβλίο του «An Evolutionary Architecture», όπου αναφέρει, μεταξύ άλλων, ότι «η αρχιτεκτονική πρέπει να είναι ένα ζωντανό, συνεχώς εξελισσόμενο αντικείμενο». Τα έργα του βασίζονται αρκετά στο βιολογικό παράδειγμα, στην επιστήμη της κυβερνητικής (cybernetics), και στις θεωρίες του χάους (complexity). Δεν μένει σε επίπεδο σχεδιαστικό αλλά προτείνει λύσεις και στην κατασκευή. Κάθε αλλαγή ή εξέλιξη που προτείνει έχει έναν κοινό παρονομαστή και βασικό συστατικό τη χρήση της πληροφορίας. Εμπνέεται από τα φυσικά οικοσυστήματα και εντάσσει τη λογική τους στην αρχιτεκτονική. Όπως δηλώνει: «τα φυσικά οικοσυστήματα παρουσιάζουν περίπλο-



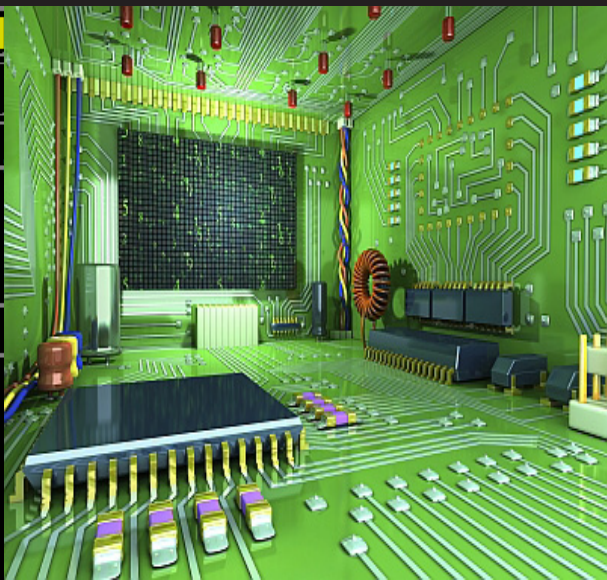
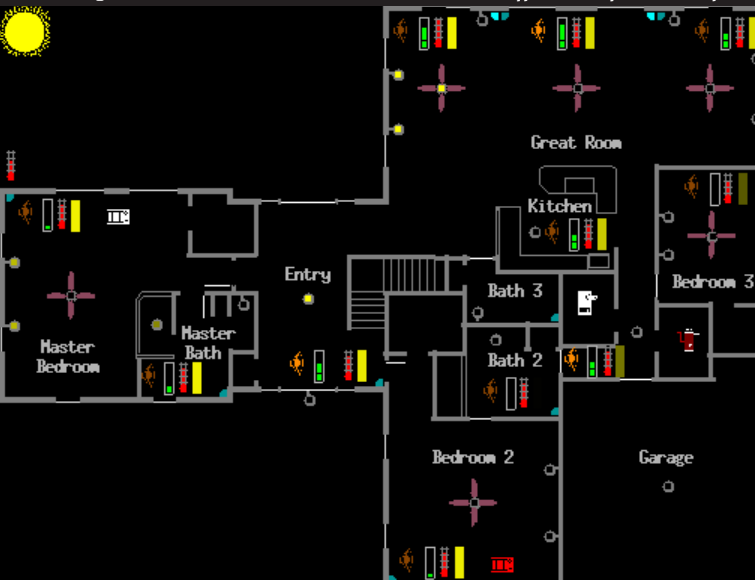
Το έργο Universal Constructor αναλύεται διεξοδικά στο βιβλίο του John Frazer «An Evolutionary Architecture», όπου περιγράφονται παραδείγματα από το έργο των Cyberneticians



κες βιολογικές δομές που έχουν ιδιότητες όπως η ανακύκλωση των υλικών, η μεταβλητότητα και η συνεχής προσαρμογή, ενώ παράλληλα κάνουν αποτελεσματική χρήση της ενέργειας του περιβάλλοντος, έννοιες που ήταν σε αντιπαράθεση με τη στατική αρχιτεκτονική της εποχής».¹²



Adaptive House, Michael Mozer , νοημοσύνη του κτιρίου



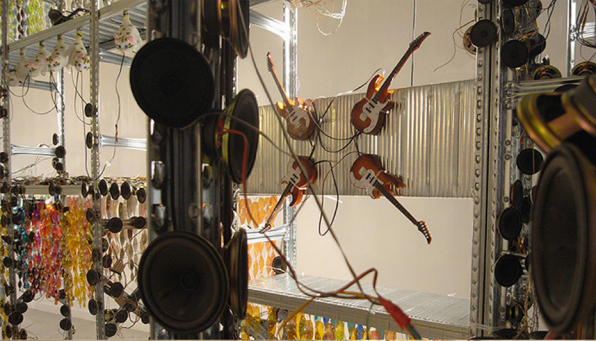
2.2 Ιστορική Εξέλιξη των Υπολογιστικών Συστημάτων και της Ανθρώπινης Διάδρασης

Μέχρι πρόσφατα, ανεξάρτητα από τις οραματικές τοποθετήσεις των θεωρητικών που προαναφέρθηκαν, η έννοια της «νοημοσύνης» σε ό,τι σχετίζεται με τα διαδραστικά περιβάλλοντα, περιορίζεται στα συστήματα κεντρικού ελέγχου (central control systems), γνωστά και ως «έξυπνα περιβάλλοντα» (smart environments).

Χωρίς να χρειάζεται να εμβαθύνουμε ιδιαίτερα στην ιστορία των ηλεκτρονικών συστημάτων και την εισαγωγή τους στην αρχιτεκτονική, παρατηρούμε ότι τις δεκαετίες του 1980 και 1990 σημειώνεται μία έκρηξη στο χώρο της επιστήμης της πληροφορικής. Η νέα αυτή ώθηση είχε ως αποτέλεσμα τομείς όπως τα «ευφυή περιβάλλοντα» (intelligent environments) όπου δημιουργούνται χώροι με ενσωματωμένα υπολογιστικά συστήματα και τεχνολογίες τηλεπικοινωνίας. Αυτοί οι χώροι εισάγουν την έννοια της πληροφορικής (computation) στον φυσικό κόσμο. Ως έξυπνα, λοιπόν, περιβάλλοντα ορίζονται χώροι στους οποίους οι εφαρμογές της πληροφορικής χρησιμοποιούνται απρόσκοπτα για να διευκολύνουν τις καθημερινές δραστηριότητες.

Ο **Michael Mozer**, ο οποίος ευθύνεται για το σχεδιασμό του πρωτοποριακού «Adaptive House» στα τέλη του 1990, αναφέρεται στην έννοια της «νοημοσύνης» ενός κτιρίου, ως εκείνη η οποία προέρχεται από την ικανότητα του κτιρίου να προβλέπει συμπεριφορές και ανάγκες των ενοίκων, παρατηρώντας τους ένα μεγάλο χρονικό διάστημα.¹³ Αντί να προγραμματίζεται να εκτελεί συγκεκριμένες ενέργειες, το κτίριο αυτοπρογραμματίζεται παρατηρώντας το περιβάλλον και τις δράσεις των ενοίκων, παρακολουθώντας οικειοποιήσεις χώρων και πρότυπα συμπεριφοράς, μαθαίνοντας, έτσι, να αντιδρά σε μελλοντικές καταστάσεις.¹⁴

Μία διαφορετική προσέγγιση συναντούμε στο MIT's Intelligent Room project με επιβλέποντα το **Michael Coen**, το οποίο κατασκευάστηκε για να πειραματιστεί με τη φυσική και πολύτροπη διάδραση μεταξύ ανθρώπων και υπολογιστικών συστημάτων. Το project τίθεται σε εφαρμογή με την ενσωμάτωση έξυπνων υπολογιστικών συστημάτων σε οτιδήποτε οι χρήστες έρχονται σε επαφή. Ο στόχος ήταν να επιτραπεί σε υπολογιστικά συστήματα να συμμετάσχουν σε δραστηριότητες, όπου προγενέστερα δεν είχε σημειωθεί χρήση συστημάτων πληροφορικής, έτσι ώστε οι ένοικοι να διαδράσουν μαζί τους με τον τρόπο



Reconfigurable House 2.0, Usman Haque

Το project αποτελείται από χιλιάδες μικροαντικείμενα καθημερινής χρήσης, στα πλαίσια του ubiquitous computing και των smart homes.

που θα διαδρούσαν με άλλους ανθρώπους. Οι εξελίξεις αυτές στα «ευφυή περιβάλλοντα» ήταν σημαντικές για να πυροδοτήσουν την προώθηση της έννοιας του «ubiquitous computing».¹⁵

Το ubiquitous computing μπορεί να οριστεί ως η μορφή της πληροφορικής η οποία έχει εισαχθεί σε όλα τα καθημερινά αντικείμενα και δραστηριότητες, και θεωρείται η διασταύρωση της επιστήμης της πληροφορικής με τις επιστήμες της ανθρώπινης συμπεριφοράς και το σχεδιασμό. Στο ubiquitous computing ο χρήστης έρχεται σε επαφή με πολυάριθμες ηλεκτρονικές συσκευές και συστήματα ταυτόχρονα κατά τη διάρκεια των καθημερινών δραστηριοτήτων του, χωρίς παράλληλα να έχει επίγνωση του γεγονότος. Ο Weiser περιγράφει τη συγκεκριμένη εποχή ως την «εποχή της ήρεμης τεχνολογίας», όπου η τεχνολογία υποχωρεί στο βάθος της καθημερινής ζωής χωρίς να γίνεται αντιληπτή.¹⁶

Οι οικονομικοί και πολιτισμικοί παράγοντες έπαιξαν σημαντικό ρόλο στο άνοιγμα της διαδραστικής αρχιτεκτονικής στον εμπορικό κόσμο. Τα οικονομικά και πολιτισμικά ενδιαφέροντα που αναπτύχθηκαν θεωρούνται ιδιαίτερα σημαντικά γιατί σχετίζονται άμεσα με τους χρήστες στον πραγματικό κόσμο, αλλά δυστυχώς δεν ταυτίζονται εξ' αρχής με το αρχικό θεωρητικό υπόβαθρο της διαδραστικής αρχιτεκτονικής. Στα 1950, μεγάλη ανάπτυξη σημειώθηκε στα συστήματα ελέγχου του περιβάλλοντος του κτιρίου, ως άμεσο αποτέλεσμα της εισαγωγής αισθητήρων με δυνατότητα απομακρυσμένου ελέγχου. Η εφεύρεση του απομακρυσμένου ελέγχου, έδωσε τη δυνατότητα στο χρήστη να υιοθετήσει ένα μεγαλύτερο ρόλο απ' ό τι είχε ως εκείνη την στιγμή, ως διαχειριστή των αντικειμένων στο χώρο.

Τη δεκαετία του 1960 παρατηρείται εξέλιξη της διαχείρισης και του συστήματος ελέγχου, μιας και το δωμάτιο κεντρικού ελέγχου μετεξελλίσεται σε καλωδιωμένο πίνακα ελέγχου, με δυνατότητες την αποθήκευση πληροφοριών και την ειδοποίηση των χρηστών για προβληματικές παραμέτρους.

Ο Magesh Senegal επισημαίνει δύο αντιδιαμετρικά αντίθετες προοπτικές που κυριαρχούσαν εκείνη την περίοδο: η πρώτη, όπου η ζωή των χρηστών χαρακτηριζόταν από πραγματικές ανέσεις, και τη δεύτερη, όπου η ζωή καθοριζόταν πια από μηχανές, με αποτέλεσμα οι χρήστες να εξαρτώνται απόλυτα από το περιβάλλον τους.¹⁷ Παρ' ό τι οι δύο οπτικές επιβιώνουν έως σήμερα μέχρι ένα βαθμό, ο σύγχρονος κόσμος κατέληξε να αποδεχθεί κάθε νέα τεχνολογία στο βωμό των ανέσεων, πλέον χωρίς φόβο.

Η δεκαετία του 1970 σηματοδότησε τη στροφή προς μία μεγαλύτερη απόδοση του



Performative Ecologies, Emergencia Exhibition, Itau Cultural, Sao Paulo, Brazil 2008
Το συγκεκριμένο έργο ακολουθεί τις αρχές του Gordon Pask, όπως αυτές διαφαίνονται
στο Colloquy of Mobiles και στην Conservation Theory.

περιβάλλοντος, όπου οι αρχιτέκτονες αναζητούσαν να δικαιολογήσουν τη χρήση της τεχνολογίας, με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, και ως συνέπεια της εξοικονόμησης χρημάτων. Συστήματα διαχείρισης ενέργειας και μικροεπεξεργαστές εισήχθησαν στο προσκήνιο, αλλά, κατά το μεγαλύτερο μέρος, ο αρχιτεκτονικός κόσμος δεν αφομοίωσε τα συγκεκριμένα συστήματα υπό μία διαδραστική προοπτική.

Η δεκαετία του 1980, παρ' όλα αυτά, λόγω της εισαγωγής του προσωπικού ηλεκτρονικού υπολογιστή, σηματοδότησε μία αλλαγή στον τρόπο σκέψης και αντιμετώπισης των χρηστών, καθώς η έννοια της «υποδούλωσης» που επικρατούσε, άρχισε να αντικαθίσταται από αυτή της «ενδυνάμωσης». Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής έγινε το interface που αντικατέστησε την κεντρική κονσόλα ελέγχου, ο κατανεμημένος και άμεσος ψηφιακός έλεγχος αντικατέστησε τους συμβατικούς τρόπους ελέγχου, και νέες μορφές επικοινωνίας αναπτύχθηκαν, που μπορούσαν, πια, να προγραμματιστούν για να συνδέσουν συσκευές μέσα σε τοπικά δίκτυα. Ωστόσο, τέτοιες μορφές, ανάπτυξης δημιούργησαν προβλήματα ενσωμάτωσης, καθώς πολλά προϊόντα κατέκλυσαν την αγορά ταυτόχρονα, χρησιμοποιώντας ανεξάρτητα πρωτόκολλα επικοινωνίας, καθιστώντας, με αυτόν τον τρόπο, την ίδια την επικοινωνία αδύνατη. Μία νέα ανάγκη αναδύθηκε, κατά συνέπεια, να τυποποιήσει τις μεθόδους με τις οποίες διαφορετικοί τύποι hardware, μπορούσαν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους.

Τελικά, η ακαδημαϊκή αρχιτεκτονική κοινότητα άρχισε να επεξεργάζεται «ευφυή» πρωτότυπα projects, **βασισμένη στις εξελίξεις των προϊόντων στην πραγματική αγορά.** Πολλάριθμα ερευνητικά προγράμματα σε γνωστά πανεπιστήμια που αφορούν τη δημιουργία «ευφών» χώρων κατοικίας ή εργασιακών χώρων στις αρχές του 1990 βασίστηκαν ιδιαίτερα στην τεχνολογική ανάπτυξη. Ήταν η περίοδος όπου ασύρματα δίκτυα, ενσωματωμένα υπολογιστικά συστήματα και ανιχνευτές δράσεων, έγιναν τόσο τεχνολογικά όσο και οικονομικά προσιτά. Αυτή η επίτευξη οδήγησε στον πειραματισμό με πολλές από τις πρώιμες θεωρητικές προσεγγίσεις, κυρίως των cyberneticians, **που δεν μπόρεσαν να δοκιμαστούν** λόγω των τεχνολογικών και οικονομικών συνθηκών εκείνης της εποχής. Ήταν αυτή η περίοδος, όπου οι αρχιτέκτονες άρχισαν να διερευνούν εκ νέου την οικονομική δυνατότητα απόκτησης φθηνών υπολογιστικών συστημάτων, αυξημένης, όμως, ποιότητας, ούτως ώστε να ενσωματώσουν την υπολογιστική νοημοσύνη στην αρχιτεκτονική, διευρύνοντας παράλληλα τους ορίζοντες για τις δυνατότητες της διαδραστικής αρχιτεκτονικής.

ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

- (1) – Dreyfus, H. L., and Stuart E. Dreyfus, *Making a mind versus modeling the brain: artificial intelligence at a branchpoint*, Daedalus ,1988, σελ. 15–43
- (2) – Brown Gary, Introduction , *In Transportable Environments 2*, edited by Robert Kronenburg, Joseph Lim and Wong Yunn Chii, Spon Press, London, 2002
- (3) – Pask, G. *Architectural Relevance of Cybernetics*, Architectural Design, September 1969, σελ. 494–496
- (4) – Brodey Warren, *The design of intelligent environments: Soft architecture*, Landscape, Autumn 1967, σελ. 8–12
- (5) – Negroponte Nicholas, *The Architecture Machine*, Cambridge, MA: MIT Press, 1973
- (6) – Negroponte Nicholas, *Soft Architecture Machines*, Cambridge, MA: MIT Press, 1975, σελ. 239
- (7) – Eastman, C., *Adaptive-Conditional Architecture*, In **Design Participation**, Proceedings of the Design Research Society’s Conference Manchester, September 1971, Ed. N. Cross, σελ. 51–57. London: Academy Editions, 1972
- (8) – Rabeneck, A., *Cybermation: A Useful Dream*, Architectural Design, September 1969, σελ. 497–500
- (9) – Sterk, Tristan d’Estree, *Responsive Architecture: User-centred Interactions within the Hybridized Model of Control*, *Game Set and Match II*, Conference Proceedings of the Faculty Of Architecture, Delft University Of Technology, the Netherlands, March 29–April 1, 2006
- (10) – Coste-Maniè, E., and Simmons, *Architecture, The Backbone Of Robotic Systems*, Proceedings of the 2000 IEE International Conference on Robotics & Automation, San Francisco, CA, 2000
- (11) – Riley, Terence, *The Changing of the Avant- Garde: Visionary Architectural Drawings from the Howard Gilman Collection*, New York: The Museum of Modern Art, 2002
- (12) – Frazer, J. *An Evolutionary Architecture*, London: Architectural Association Publications, Themes VII, John Frazer and the Architectural Association, 1995
- (13) – Mozer, M. C., *Lessons from an adaptive house*, In Smart environments: Technologies, protocols, and applications, edited by D. Cook and R. Das, σελ. 273–294. Hoboken, NJ: J. Wiley & Sons, 2005
- (14) – Mozer, M. C., *An intelligent environment must be adaptive*, *IEE Intelligent Systems and their Applications* 14, no. 2 ,1999, σελ. 11–13
- (15) – Coen, Michael. *Design Principles for Intelligent Environments*, Proceedings of the Fifteenth National Conference on Artificial Intelligence, Madison, WI, 1998
- (16) – Weiser, Mark and John Seely Brown, *Designing Calm Technology*, Xerox PARC December 21, 1995
- (17) – Senagala, Mahesh and Chris Nakamura, *Going Past the Golem: The Emergence of Smart Architecture*, Published in the Proceedings of the ACA DIA International Conference, Louisville, KY, 2006

ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Gordon Pask:

<http://www.lumen.nu/rekvelld/wp/?p=515>

Colloquy of Mobiles, Gordon Pask:

<http://www.interactivearchitecture.org/pask-present-exhibition-vienna.html>

Seek Project, Nicolas Negroponte:

<http://cyberneticzoo.com/?p=3794>

Fun Place, Cedric Price:

<http://slcl.ca/tag/theory/>

http://www.moma.org/collection/browse_results.php?criteria=O%3AAD%3AE%3A7986&page_number=&template_id=6&sort_order=1

<http://www.archphoto.it/2008/08/04/hans-ulrich-obrist-intervista-cedric-price/>

<http://dprbcn.wordpress.com/2010/06/30/the-city-of-the-future-was-the-baikonur-cosmodrome/>

Universal Constructor:

<http://www.lumen.nu/rekvelld/wp/?p=515>

<http://www.asquare.org/networkresearch/2008/03>

Adaptive House:

<http://www.cs.colorado.edu/~mozer/Research/Projects/Adaptive%20house/java%20interface/ji.html>

<http://www.cs.colorado.edu/~mozer/index.php?dir=/Research/Projects/Adaptive%20house/>

Reconfigurable House 2.0, Usman Haque:

<http://www.haque.co.uk/reconfigurablehouse.php>

Performative Ecologies, Emergencia Exhibition, Itau Cultural:

<http://www.ruairglynn.co.uk/portfolio/performative-ecologies/>



3 ορισμοί





Volume, UVA, 2006-07
ανταλλαγή και διασυσχέτιση πληροφορίας



3. ΟΡΙΣΜΟΙ

3.1 Παράθεση Ορισμών και Σχολιασμός

3.1.1 Η Έννοια της Διάδρασης

Η διάδραση, ως όρος, εισήχθηκε στην αρχιτεκτονική τη δεκαετία του '60, όταν ομάδες επιστημόνων και αρχιτεκτόνων που ασχολούνταν με την κυβερνητική (cybernetics), προσπάθησαν να προσδώσουν μία νέα διάσταση στη σχέση κτισμένου περιβάλλοντος και κατοίκου - χρήστη (user). Η έννοια, όμως, της διάδρασης είχε ήδη χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει φαινόμενα και καταστάσεις σε άλλες θετικές ή κοινωνικές επιστήμες. Πριν, λοιπόν, προχωρήσουμε στον ορισμό της διαδραστικής αρχιτεκτονικής ως ένα αναδυόμενο κομμάτι του αρχιτεκτονικού κόσμου, θα ήταν χρήσιμο να παραθέσουμε μερικούς ορισμούς της έννοιας της διάδρασης, όπως αυτή διατυπώθηκε κυρίως από εκπροσώπους της φιλοσοφικής σκέψης.

Ως διάδραση, λοιπόν, σύμφωνα με τον Manuel Gausa ορίζεται:

«Η ανταλλαγή (interchange) και η διασυσχέτιση (interrelation). Πληροφορία που μεταδίδεται, μεταβιβάζεται και μεταμορφώνεται μεταξύ διαφορετικών και ταυτόχρονων ενεργειών, γεγονότων η / και σκηνών.»¹

Σύμφωνα, λοιπόν, με τον Gausa, η διάδραση δεν είναι τίποτα άλλο από μεταφορά πληροφορίας, η οποία μπορεί συνεχώς να αλλάζει μορφές, καθώς διαφορετικά συστήματα αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Η διαπίστωση αυτή εισάγει το πλαίσιο για τη θεωρία της πληροφορίας του Kas Oosterhuis, όπου το σύνολο της ύλης και της ενέργειας μπορεί να χαρακτηριστεί σαν μία συγκεκριμένη κατάσταση πληροφορίας.

Μία άλλη κοινωνική διάσταση προσδίδει στην έννοια ο Manuel de Landa, που υποστηρίζει ότι:

«Η διάδραση είναι η αμοιβαία επίδραση ενός ατόμου (individual) από τις πράξεις ενός

άλλου ατόμου ή ατόμων, τη στιγμή που αυτά παρίστανται σωματικά, μεταβάλλοντας έτσι ό,τι ήταν χωρικό γεγονός σε κοινωνικό γεγονός». ²

Ο Manuel de Landa, λοιπόν, εμφανίζει τη σχέση μεταξύ αστικού ή ιδιωτικού χώρου και ενός ενεργού κοινωνικά κοινού, όπου οι σχέσεις που αναπτύσσονται μεταξύ των μελών του τελευταίου έχουν την δυνατότητα να μεταλλάξουν την ουσία του ίδιου του χώρου και τα χαρακτηριστικά του.

Τέλος, ο Jorge Wagensberg, για να ορίσει την έννοια της διάδρασης, δανείζεται ένα παράδειγμα από το φυσικό κόσμο. Χαρακτηριστικά αναφέρει ότι:

«Η διάδραση μεταξύ δύο συστημάτων είναι η επίδραση που έχει το ένα στο άλλο. Ένα σύστημα μπορεί να γίνει αντιληπτό ως αληθινό αντικείμενο, ως τμήμα του δεύτερου συστήματος ή του περιβάλλοντός του. Διάδραση σημαίνει πως το σύνολο μιας εντατικής μεταβλητής (*extensive property*) των τμημάτων μπορεί να είναι μεγαλύτερο ή μικρότερο της αντίστοιχης μεταβλητής του όλου. Διάδραση σημαίνει πως ο Ήλιος επηρεάζει τη Γη και αντίστροφα. Οι ζωντανοί οργανισμοί αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους, εναλλασσόμενοι σε τρία κύρια επίπεδα: ύλη, ενέργεια και πληροφορία. Η απομόνωση, όσον αφορά καθένα από τα τελευταία, μπορεί να αποβεί θανάσιμη για τον οργανισμό. Στη φυσική, η διάδραση είναι μία ιστορική ανυπέμβλητη σύλληψη από την οποία προέκυψε η συζήτηση σχετικά με την επίδραση μεταξύ των συστημάτων. Στη φυσική και τεχνητή οργάνωση, η διάδραση αίρει το ερώτημα του τι είναι το επιμέρους το ατομικό (*individual*). Μια έγκυρη πρόταση θα μπορούσε να είναι πως το ατομικό είναι ένα λογικά αυτόνομο σύνολο αποτελούμενο από τμήματα τα οποία είναι αυτόνομα μεταξύ τους.» ³

3.1.2 Χαρακτηριστικά της Διαδραστικής Αρχιτεκτονικής

Με την εισαγωγή της έννοιας της διάδρασης στην αρχιτεκτονική, δημιουργείται όπως προαναφέρθηκε, ο τομέας της αρχιτεκτονικής που είναι γνωστός και ως Διαδραστική Αρχιτεκτονική (Interactive Architecture). Η διαδραστική αρχιτεκτονική πραγματεύεται κυρίως τη δημιουργία δυναμικών χώρων και αντικειμένων, μέσω προγραμματισμένων διαδικασιών, ικανών να εκτελέσουν μία σειρά από περιβαλλοντικές και ανθρωπολογικές λειτουργίες. Το εύρος, όμως, της ίδιας της διαδραστικής αρχιτεκτονικής είναι αρκετά μεγάλο, ώστε να περιλαμβάνει τομείς όπως η ανταποκρινόμενη αρχιτεκτονική (responsive architecture), η προσαρμοστική αρχιτεκτονική (adaptive architecture), η αποδοτική αρχιτεκτονική (performance-oriented architecture), ακόμη και η βιομιμητική αρχιτεκτονική που ακολουθεί το οργανικό παράδειγμα (organic paradigm). Αντίστοιχα, αρκετοί είναι οι ορισμοί που έχουν αποδοθεί από ερευνητές και αρχιτέκτονες για τον καθένα από αυτούς τους τομείς της αρχιτεκτονικής, όπου μπορεί κανείς να παρατηρήσει κοινά αλλά και διαφορετικά σημεία και απόψεις. Για το λόγο αυτό, κρίνεται αναγκαία μέσα στο πλαίσιο της μελέτης μία ταξινόμηση των ορισμών που έχουν δοθεί, σε κατηγορίες, έτσι ώστε να διακριθούν οι διαφορετικές τάσεις σε αυτό το ευρύ πεδίο της διαδραστικής αρχιτεκτονικής. Ως πρώτο στάδιο επίτευξης του παραπάνω στόχου, καθίσταται απαραίτητη μία παράθεση ορισμών και έπειτα μία συγκριτική μελέτη, έτσι ώστε να αποσαφηνιστούν οι σημαντικότερες διαφορές και συγκλίσεις.

Οι Michael Fox και Miles Kemp στο βιβλίο τους «Interactive Architecture» δίνουν τον παρακάτω ορισμό για τη διαδραστική αρχιτεκτονική:

«Ως διαδραστική αρχιτεκτονική ορίζεται η σύγκλιση και η συνεργασία των ενσωματωμένων υπολογισμών και της τεχνητής νοημοσύνης (embedded computation – artificial intelligence) με τη φυσική διάσταση της κινηματικής (physical counterpart of kinetics), στο πλαίσιο ενός αρχιτεκτονικού στοιχείου, ούτως ώστε αυτό να προσαρμόζεται με σκοπό την επίλυση ανθρωπολογικών και περιβαλλοντολογικών ζητημάτων.»⁴

Η διαδραστική αρχιτεκτονική, δηλαδή, προχωρά στη δημιουργία χώρων ή καλύτερα αρχιτεκτονικών συστημάτων, τα οποία έρχονται να εκπληρώσουν τις γενικώς μεταβαλλόμενες ανάγκες που προκύπτουν, πάντα σε συνάρτηση με ατομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές απαιτήσεις και συνθήκες. Επισημαίνουν, λοιπόν, οι Fox και Kemp τις δύο κύριες προθέσεις της, όπου η πρώτη είναι η προσαρμογή στην ανθρώπινη συμπεριφορά και στις



Bubbles project, Michael Fox και Miles Kemp, materials & applications institute
χρήση μηχανικών μελών και ενσωματωμένων υπολογιστικών συστημάτων



ανάγκες του χρήστη ή και μεγαλύτερου αριθμού χρηστών ή ακόμη η προσαρμογή στο ευρύτερο κοινωνικό περιβάλλον, ενώ η δεύτερη κατεύθυνση είναι η προσαρμογή στο περιβάλλον, και πιο συγκεκριμένα στις περιβαλλοντικές συνθήκες και τα φυσικά φαινόμενα, καθώς επίσης και στο ευρύτερο κτιστό και άκτιστο περιβάλλον, όπου εισέρχεται η έννοια του τοπίου.

Η πρώτη κατεύθυνση οδηγεί στην δημιουργία χωρικών δρώμενων – εμπειριών (spatial experiences), ούτως ώστε να οδηγήσουν το χρήστη σε μία μορφή επικοινωνίας και διαλόγου με το αρχιτεκτόνημα, αλλά επίσης να τον βοηθήσουν να αναπτύξει την κοινωνικότητά του, να αποτελέσει ενεργό κομμάτι με ένα ευρύτερο κοινωνικό σύνολο και να συνδιαλλαγεί μαζί του. Εκτός αυτού, τα χωρικά δρώμενα που επιτυγχάνονται με τη συνδρομή της διαδραστικής αρχιτεκτονικής στοχεύουν στα συναισθήματα των χρηστών και στη δημιουργία ενός συναισθηματικού δεσμού του χρήστη με το χώρο, ο οποίος αντιδρά ως ένα ζωντανό αντικείμενο (living thing) που καταλαβαίνει τις προθέσεις του. Ικανοποιούν, επίσης, συγκεκριμένες ανάγκες των χρηστών που μπορούν να προκύψουν, κάτι που καθιστά τη διαδραστική αρχιτεκτονική χρήσιμη σε ευαίσθητες κοινωνικά ομάδες, όπως άτομα με ειδικές ανάγκες ή ηλικιωμένους και παιδιά.⁵

Η δεύτερη κατεύθυνση συνδέεται άμεσα με την τάση που έχει επικρατήσει για ένα ενεργειακό και οικολογικό σχεδιασμό, λόγω της ενεργειακής κρίσης και της ρύπανσης. Με την προσαρμογή στις περιβαλλοντικές συνθήκες επιτυγχάνεται η εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά και η καλύτερη συμπεριφορά του κτιρίου σε περιβαλλοντικά φαινόμενα, όπως π.χ. η στατική συμπεριφορά του αρχιτεκτονήματος σε σεισμικές δονήσεις και φορτία ανέμου, κάτι που παρατείνει τη διάρκεια ζωής του κτιρίου (performance – oriented architecture).

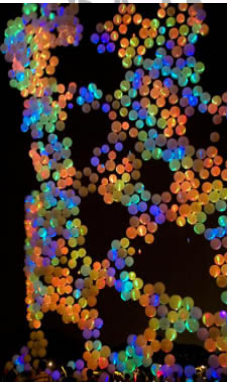
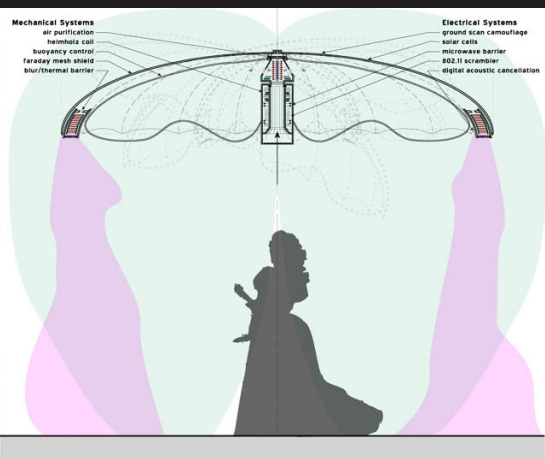
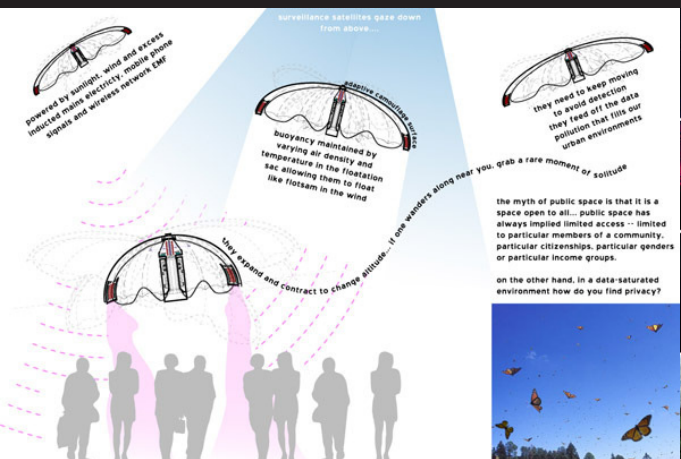
Ένα ακόμη σημαντικό μέρος του ορισμού που δίνουν οι Kemp και Fox είναι αυτό που απαντά στην ερώτηση του πώς η διαδραστική αρχιτεκτονική γίνεται πραγματικότητα. Υποστηρίζουν, λοιπόν, ότι αυτό οφείλεται στη σύγκλιση και στη συνεργασία της ήδη υπάρχουσας παράδοσης των kinetics στην αρχιτεκτονική, και αφορά τα μηχανικά μέρη του αρχιτεκτονήματος, με την εξελισσόμενη τεχνολογία των ενσωματωμένων υπολογιστικών συστημάτων (sensors, microprocessors, actuators). Τα δύο αυτά μέρη θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν αντίστοιχα ως το υλικό / hardware (kinetics) και το λογισμικό / software (embedded computation) του αρχιτεκτονήματος ή, ακόμη καλύτερα, ως τα μέλη του σώματος και τον εγκέφαλο, κάτι που παρομοιάζει πια το κτίριο με ζωντανό οργανισμό.

Ο συγκεκριμένος ορισμός, με τη διατύπωση αυτή, αποκλείει ένα μεγάλο κομμάτι διαδραστικών συστημάτων, το οποίο βασίζεται αποκλειστικά σε ψηφιακά μέσα (digital media), αλλά δεν μπορεί να θεωρηθεί κατά τους ίδιους ως διαδραστική αρχιτεκτονική.⁶



Usman Haque: Sky Ear

ο ρόλος του χρήστη και η μετάδοση της πληροφορίας



3.1.2.i Ο ρόλος του Χρήστη και η Έννοια της Πληροφορίας στη Διαδραστική Αρχιτεκτονική

Στο βιβλίο τους οι Kemp και Fox αναφέρουν, επίσης, το σημαντικό ρόλο του βαθμού διάδρασης ενός συστήματος, έτσι ώστε να θεωρείται κομμάτι της διαδραστικής αρχιτεκτονικής. Ενστερνίζονται, μάλιστα, τον ορισμό που δίνει ο Usman Haque για τα διαδραστικά συστήματα.

Σύμφωνα, λοιπόν, με τον Haque:

*«Τέτοια συστήματα (αρχιτεκτονήματος – χρήστη) πρέπει να ενοποιούν ένα χαρακτηρισμό της διάδρασης ως «κυκλικής», καθώς υπάρχει δράση και επανά-δραση και όχι δράση – αντίδραση. Ως πραγματικά διαδραστικό σύστημα ορίζεται ένα σύστημα συνεχούς επανατροφοδότησης, με το οποίο κάποιος εισέρχεται σε μία διαρκή κατάσταση επικοινωνίας – συνομιλίας: μία διαρκής και εποικοδομητική ανταλλαγή πληροφορίας.»*⁷

Κατά τον Usman Haque υπάρχει μία παρερμηνεία του όρου διαδραστικός (interactive) με τον όρο αποκριτικός (responsive) από πολλούς δημιουργούς της διαδραστικής τέχνης. Στη διαδραστική αρχιτεκτονική το κτίριο – αντικείμενο δεν πρέπει απλά να αντιδρά σε συνθήκες του περιβάλλοντος ή σε επιθυμίες του χρήστη. Η σχέση που αναπτύσσεται μεταξύ του αρχιτεκτονήματος και του χρήστη δεν είναι μία προγραμματισμένη κυκλική διαδικασία δράσης – αντίδρασης μεταξύ ανθρώπου και μηχανής. Μία τέτοια σχέση αντίδρασης θα διέφερε ελάχιστα από τη σχέση που δημιουργείται μεταξύ ενός ανθρώπου και μίας ταμειακής μηχανής. Αντίθετα, είναι αναγκαίο να υπάρχει ένας συνεχής διάλογος μεταξύ των δύο μερών, όπου δεν διαμορφώνεται μόνο το αποτέλεσμα (output) της εισαγόμενης πληροφορίας (input), αλλά επηρεάζεται η ίδια η διαδικασία παραγωγής της εξερχόμενης πληροφορίας και δράσης. Ο χρήστης έχει άμεση πρόσβαση στο αποτέλεσμα της διαδικασίας, μιας και τα κριτήρια της εισροής και εκροής πληροφορίας δεν είναι προδιαγεγραμμένα.

Με τα παραπάνω δεδομένα εισάγεται η έννοια του «ανοικτού» αρχιτεκτονικού συστήματος (open-source model), όπου το αποτέλεσμα δεν είναι προκαθορισμένο αλλά εξαρτάται από άλλους παράγοντες, όπως ο χρήστης. Είναι αναγκαίο, επίσης, να σημειωθεί ότι το αρχιτεκτόνημα πρέπει να είναι σε θέση να αποθηκεύει και να επεξεργάζεται συμπεριφορές και να τις ανακαλεί από τη βάση δεδομένων, έχοντας δημιουργήσει συγκεκριμένα πρότυπα, ώστε να ανταποκρίνεται με το βέλτιστο τρόπο. Διαμορφώνεται, έτσι, η ψευδαίσθηση ενός ζωντανού



Space station, Programmable skin ,ONL,1998

InteractiveWall, Hyperbody, 2009

Το αρχιτεκτόνημα ή αρχιτεκτονική κατασκευή διαδρά σε πραγματικό χρόνο με το χρήστη



χώρου, όπως είχαν επισημάνει και οι Kemp και Fox. Επεκτείνοντας τη συγκεκριμένη άποψη, η διαδραστική αρχιτεκτονική όχι μόνο επιτρέπει τη διάδραση μεταξύ αρχιτεκτονήματος – χρήστη, αλλά διαμορφώνει τις εμπειρίες του χρήστη, επηρεάζοντας την προσωπικότητά του και τις συνήθειές του, μετασχηματίζοντας, παράλληλα, και την ίδια. Η συγκεκριμένη άποψη εκφράζεται πληρέστερα από το Marcos Novak, ο οποίος εισάγει την έννοια της *transactive intelligence* (διαδραστική νοημοσύνη).

Υποστηρίζει, λοιπόν, ότι:

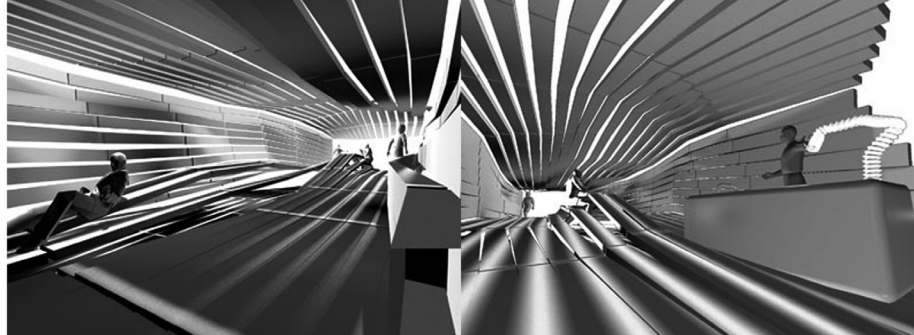
*«Η μεταβλητή νοημοσύνη (transactive intelligence) όχι μόνο αντιδρά και επιτρέπει τη διάδραση, αλλά επίσης μετασχηματίζει και μεταμορφώνει τόσο το χρήστη όσο και το αρχιτεκτόνημα.»*⁸

Προς την ίδια κατεύθυνση, ο Kas Oosterhuis ασχολείται επίσης με τον προβληματισμό του πότε ένα σύστημα είναι διαδραστικό και ποιος είναι ο βαθμός διάδρασής του. Προωθεί, έτσι, την «υπεραρχιτεκτονική» («hyperarchitecture»), την οποία ορίζει ως:

*«Η αρχιτεκτονική η οποία εγκαθιστά τρόπους επικοινωνίας σε πραγματικό χρόνο μεταξύ του αρχιτεκτονήματος και του χρήστη, επιτρέποντας τη διάδραση μεταξύ αυτών. Ανταποκρίνεται σε συγκεκριμένα αιτήματα, αναδιαμορφώνοντας τον εαυτό της σε πραγματικό χρόνο, βασιζόμενη στην παραδοχή ότι η διάδραση μπορεί να επιτευχθεί μεταξύ δύο ενεργών μερών, όπου το ένα είναι ο χρήστης (user) και το άλλο το αρχιτεκτόνημα με μία γενικότερη δυναμική ερμηνεία.»*⁹

Μάλιστα, ενστερνίζεται τις απόψεις των Kemp και Fox για το «ζωντανό» χώρο και επισημαίνει ότι η ίδια η φυσική υπόσταση του χώρου τείνει να γίνει αντιληπτή ως ένα αντικείμενο με δική του συμπεριφορά, η οποία αναπτύσσεται προς έναν προσανατολισμό με βάση τον άνθρωπο – χρήστη (human-computer interaction). Η επιτυχία της διάδρασης χρήστη – αρχιτεκτονήματος βασίζεται στη λήψη του μηνύματος / δράσης μέσω αισθητήρων (sensors) και περαιτέρω επεξεργασίας του, μέσω μίας βάσης δεδομένων σεναρίων βασισμένων σε προηγούμενα διαδραστικά γεγονότα. Θέλοντας, όμως, να διευκρινίσει το ρόλο της διαδραστικής αρχιτεκτονικής στη σχέση κτιρίου – χρήστη τονίζει ότι:

«Η διαδραστική αρχιτεκτονική δεν αφορά την επικοινωνία μεταξύ ανθρώπων. Καταρχάς, ορίζεται ως η τέχνη της δημιουργίας σχέσεων μεταξύ των δομικών μερών που την αποτελούν και



E-motive House, ONL, 2002
Web of North- Holland, ONL, 2002



Τα δύο project ακολουθούν τις αρχές του Σμήνους στην επικοινωνία με τον χρήστη και μεταξύ των κατασκευαστικών τους στοιχείων.

στη συνέχεια ως η δημιουργία σχέσεων μεταξύ των ανθρώπων και αυτών των δομικών μερών.»¹⁰

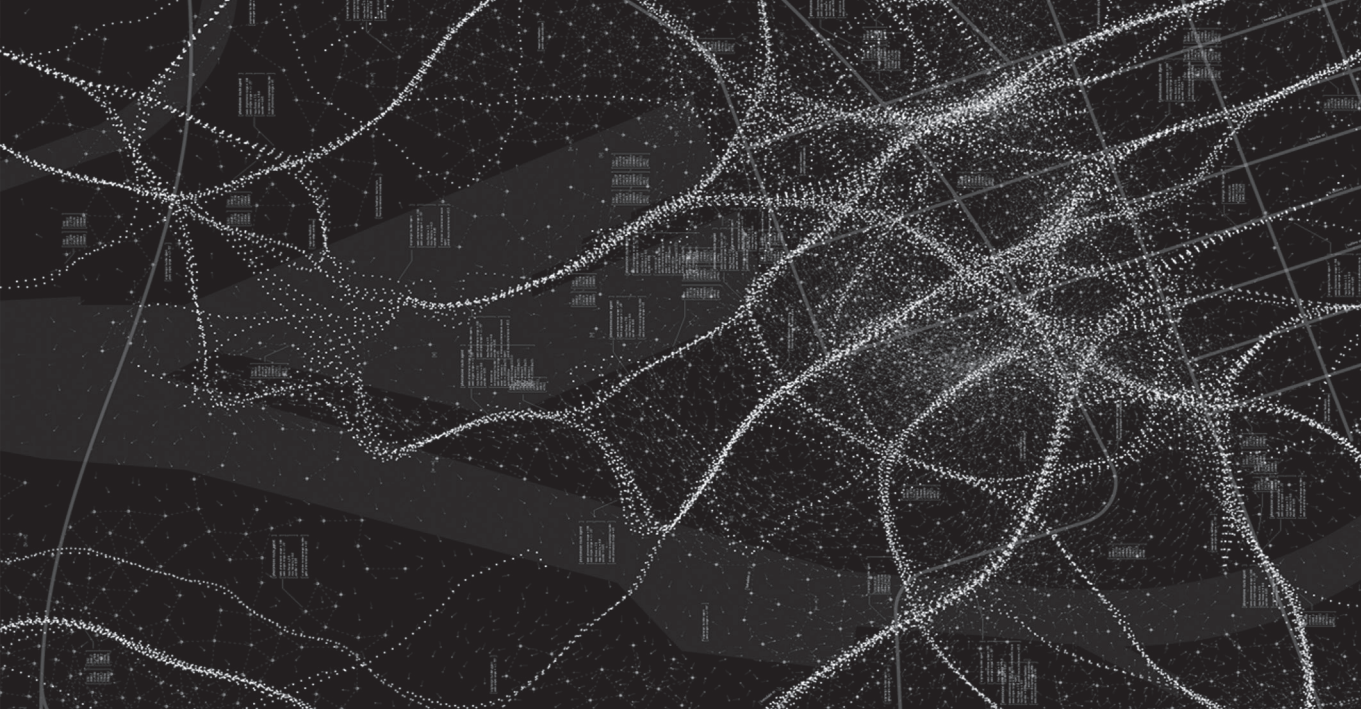
Ο Oosterhuis, έτσι, θέτει το αρχιτεκτόνημα ως μέσο διάδρασης μεταξύ των χρηστών και των άλλων κοινωνικών μονάδων. Η επικοινωνία μεταξύ των ανθρώπων θεωρείται συχνά αυτονόητη. Σκοπός, λοιπόν, της διαδραστικής αρχιτεκτονικής είναι η διάδραση του κτιρίου με το χρήστη και η επίδραση που θα προκαλέσει στη συμπεριφορά του και στην κοινωνικότητά του. Ο Oosterhuis, όμως, επισημαίνει και τη διάδραση που μπορεί να υπάρξει μεταξύ των δομικών μερών του κτιρίου, που ίσως οδηγεί στην καλύτερη λειτουργία τους, καθώς και της σχέσης που μπορεί να προκύψει μεταξύ των κτιρίων και των δομικών μερών των κοντινών κτιρίων, αναπτύσσοντας έτσι τη σχέση με το ευρύτερο αστικό τοπίο.

Έτσι, μπορούμε να πούμε ότι τα διαδραστικά αρχιτεκτονικά συστήματα στηρίζονται στην αρχή που ερευνά πώς οι σχέσεις μεταξύ απλών τμημάτων μπορούν να προκαλέσουν πολύπλοκες συλλογικές συμπεριφορές μέσα σε ένα σύστημα, και, στη συνέχεια, πώς αυτά τα συστήματα μπορούν να αλληλεπιδράσουν και να δημιουργήσουν σχέσεις με το περιβάλλον. Πάνω σε αυτήν την αρχή δημιουργούνται αρχιτεκτονικά στοιχεία με ενσωματωμένα ηλεκτρονικά συστήματα, με ικανότητες αντίδρασης και επικοινωνίας, λόγω των σχέσεων που αρχικά αναπτύσσονται μεταξύ των αρχιτεκτονικών μελών, του περιβάλλοντος και των χρηστών. Όταν όλα τα συνιστώμενα μέρη, ως έξυπνοι φορείς, εκτελούν την αποστολή τους, τότε πετυχαίνεται μία συνολική αντίδραση του κελύφους όπως ακριβώς συμβαίνει μέσα σε ένα σμήνος πουλιών όταν αυτό μετακινείται. Η παρομοίωση με σμήνος πουλιών του αρχιτεκτονήματος εισάγει τον όρο της αρχιτεκτονικής του σμήνους.¹¹

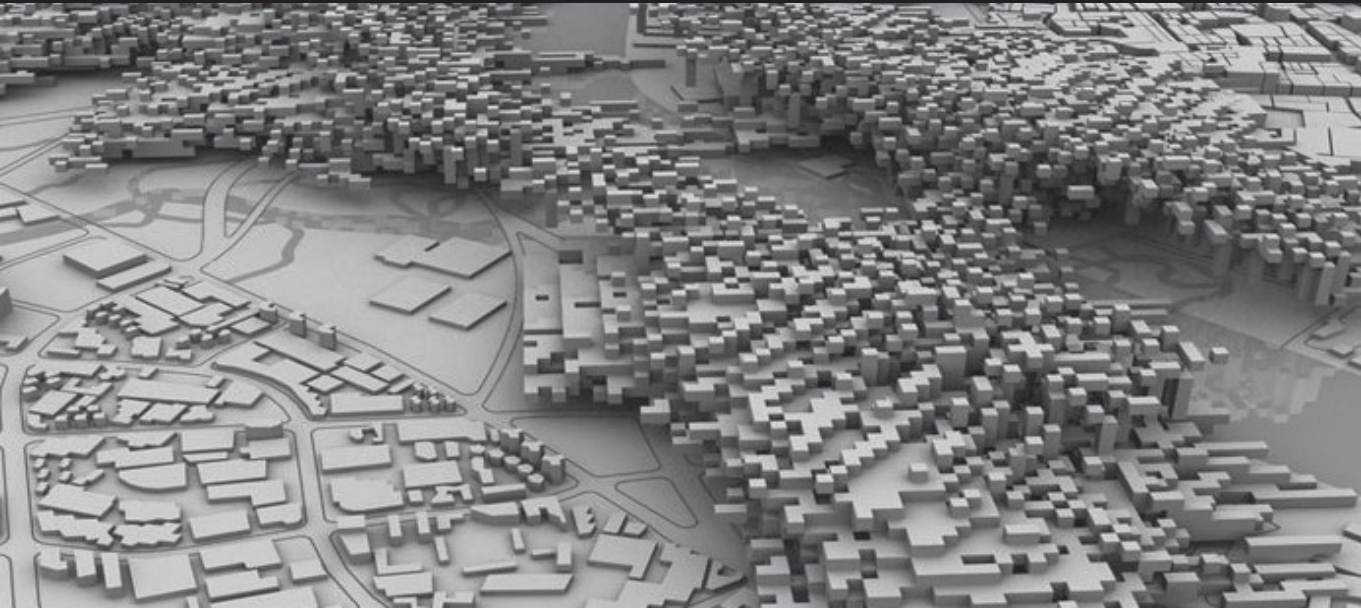
Τα σμήνη παρουσιάζουν ισχυρές ιδιότητες αυτοοργάνωσης και έκτακτων συμπεριφορών. Τα σμήνη, ως διαδικασία οργάνωσης, βρίσκονται στο επίκεντρο του τομέα της τεχνητής νοημοσύνης, εισάγοντας έννοιες όπως η Συλλογική Νοημοσύνη (Collective Intelligence), η Νοημοσύνη του Σμήνους (Swarm Intelligence) και η Έμφυτη Συμπεριφορά (Emergent Behavior). Ο Kas Oosterhuis αναλύει τις έννοιες της Αρχιτεκτονικής του Σμήνους (Swarm Architecture) και της Νοημοσύνης του Σμήνους.

Για την τελευταία επισημαίνει:

«Ένα στοιχείο εξετάζει τα γειτονικά του στοιχεία, αλλά δεν έχει συνείδηση του συνολικού πλήθους των στοιχείων που αποτελούν το σμήνος. Η νοημοσύνη δεν είναι κάτι που προγραμματίζεται με μία top-down λογική, κατά τον τρόπο της αντίστροφης μηχανικής, αλλά μία επίγνωση



Swarm urbanism, Kokkugia και Roland Snooks & Robert Stuart-Smith partners



που αναδύεται μέσω μίας bottom-up εξελικτικής διαδικασίας και δημιουργεί σχέσεις ανάμεσα στα διαφορετικά στοιχεία του συστήματος. Η νοημοσύνη δεν έχει απαραίτητα επίγνωση του εαυτού της ως νοημοσύνη. Η νοημοσύνη σε ένα σμήνος μπορεί εύκολα να προκύψει από στοιχεία που δεν έχουν καθόλου νοημοσύνη, που όμως όλα μαζί αποτελούν κάτι σύνθετο, κάτι που ο άνθρωπος μπορεί να θεωρήσει ότι έχει νοημοσύνη. Θεωρείται ως μία συμπεριφορά που προκύπτει από πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις μεταξύ λιγότερο πολύπλοκων στοιχείων.»¹²

Εκτός της θεωρίας του για την αρχιτεκτονική του σμήνους, ο Kas Oosterhuis εντάσσει και στοιχεία της θεωρίας της πληροφορίας. Σύμφωνα με τον ίδιο, οι αρχιτέκτονες σχεδιάζουν κατασκευές για να στεγάσουν τη ροή της πληροφορίας. Αντίστοιχα, οι πολεοδόμοι σχεδιάζουν στρατηγικές για να στεγάσουν την ροή της πληροφορίας στην πόλη. Αντί να επικεντρωνόμαστε στην υλική εμφάνιση του χώρου, η οποία έχει δημιουργηθεί αφού έχουν προβλεφθεί οι κινήσεις των κατοίκων, πρέπει να δώσουμε προσοχή στις μεμβράνες αυτών των χώρων και στα ανοίγματα αυτών των μεμβρανών, τα οποία επιτρέπουν τη ροή της πληροφορίας σε οποιαδήποτε μορφή. Μία πόρτα, π.χ., αποτελεί έναν διακόπτη on/off (εισόδου-εξόδου) σε αυτήν τη μεμβράνη.¹³

Οι άνθρωποι λειτουργούν ως (μετά)φορείς πληροφορίας, εισέρχονται και εξέρχονται από τα κτίρια, ή διέρχονται γύρω τους. Η πληροφορία που μεταφέρουν στο κτίριο είναι διαφορετικού περιεχομένου από την πληροφορία -σε οποιαδήποτε μορφή- που μεταφέρουν έξω από το κτίριο. Το περιεχόμενο της πληροφορίας και μερικά υλικά χαρακτηριστικά της εισαγόμενης πληροφορίας διαφοροποιούνται μέσα στο χώρο. Ο χώρος αυτός μπορεί να θεωρηθεί ως ένας φορέας μετατροπής δεδομένων, καθώς επεξεργάζεται τα εισερχόμενα υλικά / πληροφορίες.

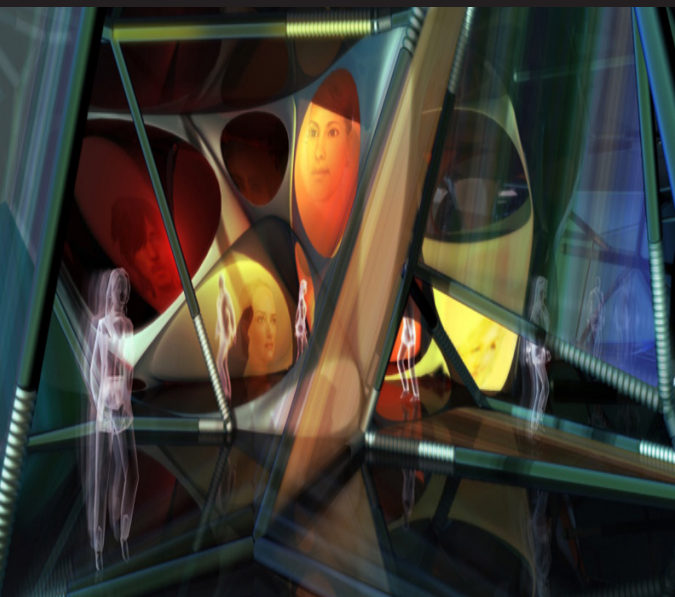
Προχωρώντας ακόμη περισσότερο, η ύλη είναι μία μορφή πληροφορίας, και, στη συνέχεια, το σύνολο της πληροφορίας είναι μία μορφή ψηφιακών δεδομένων (computation). Έτσι, ο χώρος ψηφιοποιεί / επεξεργάζεται την πληροφορία. Κάθε κτίριο θεωρείται μία έξυπνη συσκευή εισροής πληροφορίας (input), επεξεργασίας της (process), και τέλος εκροής της (output), όπως ο άνθρωπος σε μία συζήτηση. Το σύνολο όλων των συνιστώμενων μερών της διαδραστικής αρχιτεκτονικής είναι Ε.Ε.Ε. συσκευές (Εισροής, Επεξεργασίας και Εκροής πληροφορίας). Κάθε συνιστώμενο μέρος έχει ένα βαθμό νοημοσύνης, έχει αισθητήρες (sensors), μικροεπεξεργαστές (microchips) και ενεργά τμήματα (effectors).¹³

Στην αρχιτεκτονική του σμήνους, όλοι οι συμμετέχοντες συμπεριφέρονται σε συσχετισμό μεταξύ τους, ακολουθώντας μία σειρά από απλούς κανόνες. Ο χώρος αποτελεί το πεδίο



Airport Of Media, ONL, 2011
Digital Pavilion, Seoul, ONL, 2006

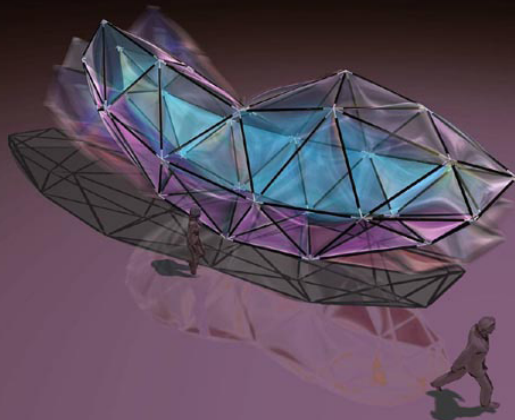
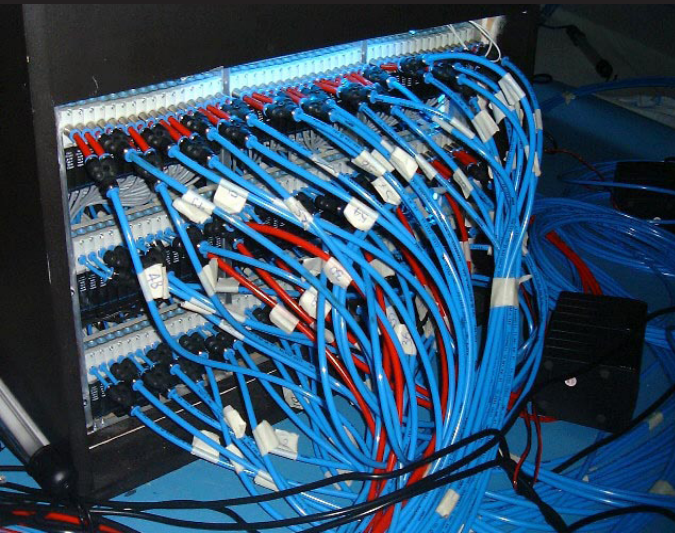
Οι αρχές του Ubiquitous computing, Swarm theory
& Information theory διακατέχουν τα δύο project.



συσχετισμών όλων αυτών των συμμετεχόντων. Παρατηρώντας από κάποια απόσταση, διαπιστώνουμε ότι αυτός ο χώρος διαδρά με άλλους χώρους. Τότε χάνουμε την αίσθηση ενός σμήνους από διαδραστικούς παίχτες μέσα στο χώρο με τις ημι-διαπερατές μεμβράνες του, και παρακολουθούμε ένα σμήνος από διαδραστικούς χώρους. Και οι άνθρωποι διέρχονται από τον ένα χώρο στον άλλο, από το αυτοκίνητο σε έναν άλλο χώρο, από έναν μικρότερο χώρο σε έναν μεγαλύτερο. Βλέποντάς τον από μία μεγαλύτερη κλίμακα, οι άνθρωποι χρησιμοποιούν το χώρο όπως χρησιμοποιούν έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Δηλαδή, όπως ένας υπολογιστής επεξεργάζεται δεδομένα, έτσι και ο χώρος επεξεργάζεται και μετατρέπει τα δεδομένα της πληροφορίας / ύλης που εισέρχονται σε αυτόν.¹³



Kas Oosterhuis - Muscle NSA



3.1.2.ii Ο Ρόλος των Υλικών στη Διαδραστική Αρχιτεκτονική και η Προσαρμογή στο Περιβάλλον

Ο Kas Oosterhuis, εκτός της σχέσης κτιρίου – χρήστη, της σημασίας της πληροφορίας στη διαδραστική αρχιτεκτονική και τη θεωρία του σμήνους που αναπτύσσει, προχωρά, όπως και οι Miles Kemp και Michael Fox, στο να απαντήσει στο πώς η διαδραστική αρχιτεκτονική γίνεται πραγματικότητα σήμερα.

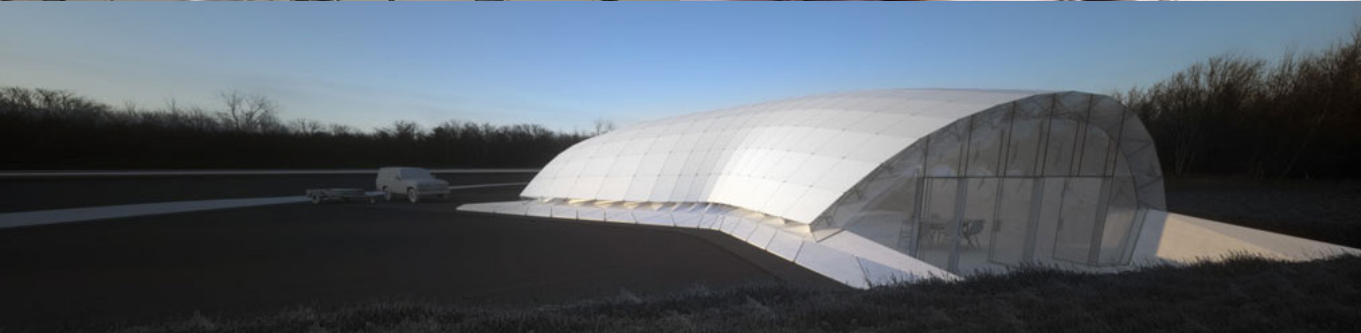
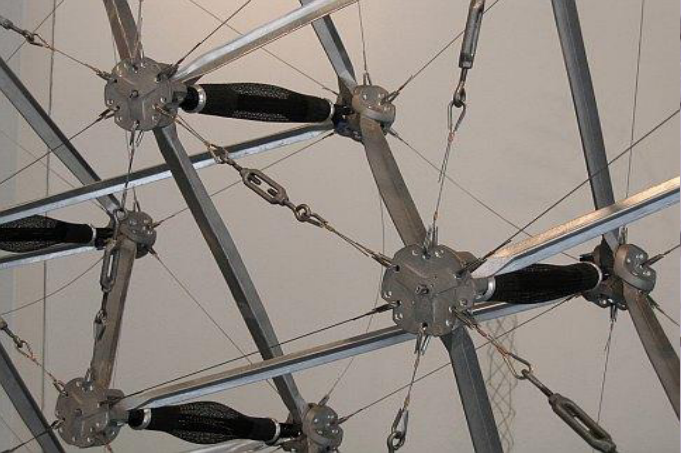
Σύμφωνα, λοιπόν, με τον ίδιο:

«Ως διαδραστική αρχιτεκτονική ορίζεται ένας νέος κλάδος της αρχιτεκτονικής που κατέστη δυνατός λόγω των εξελίξεων στην τεχνολογία της πληροφορικής και της διαθεσιμότητας νέων υλικών, με δυνατότητες που επεκτείνουν την ικανότητα του κτιρίου στην επεξεργασία πληροφοριών και στην ανίχνευση και ενεργοποίηση δράσεων (via information processing, sensors and actuators). Η διαδραστική αρχιτεκτονική δεν στηρίζεται μόνο στη φυσική υπόσταση του κτιρίου, αλλά και στη συμπεριφορά του, καθώς η συνύπαρξη των δύο πρέπει να οδηγεί σε σχεδιαστικές λύσεις που να ανοίγει πλήρως τις δυνατότητες αλληλεπίδρασης του κτιρίου με το περιβάλλον του.»¹⁴

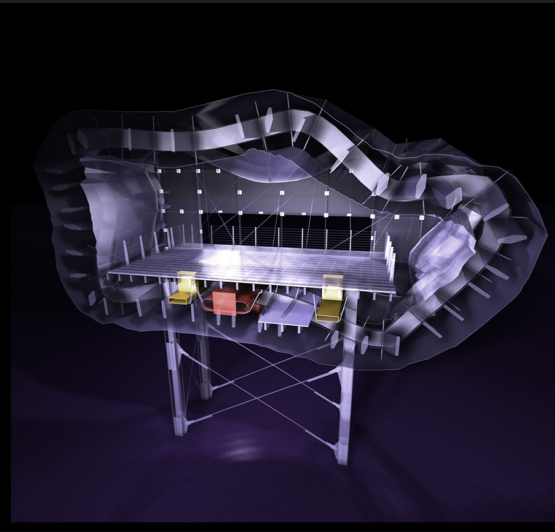
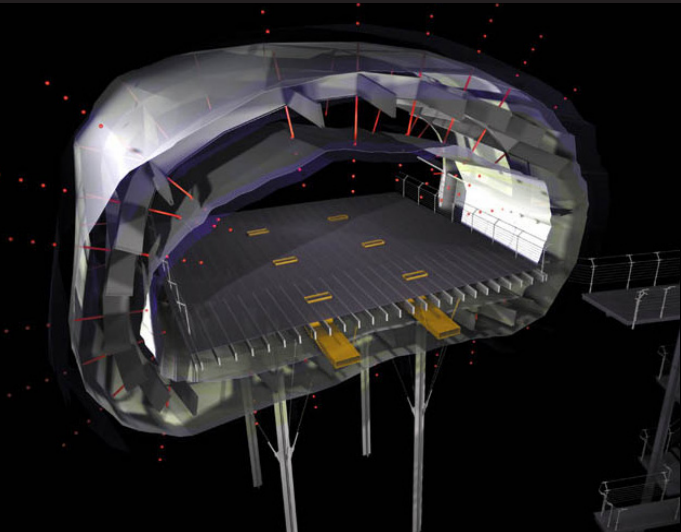
Το επιπλέον στοιχείο που εισάγει ο Oosterhuis στον παραπάνω ορισμό είναι η ολοένα και αυξανόμενη χρήση των νέων υλικών και της επανάστασης που έρχεται στον τομέα της κινηματικής (kinetics) και της ρομποτικής που οδηγεί στην φυσικοποίηση της αρχιτεκτονικής.

Ένας άλλος υποστηρικτής της χρήσης νέων υλικών στη διαδραστική αρχιτεκτονική, αλλά και της χρήσης ψηφιακών διαδραστικών συσκευών και της ελεύθερης διακίνησης της πληροφορίας είναι ο Mike Weinstock, ο οποίος επισημαίνει ότι:

«Ο χώρος στον οποίο κατοικούμε στην παρούσα φάση έχει εξελιχθεί σε ένα χώρο διέλευσης, ένα όριο μεταξύ ψηφιακού και φυσικού κόσμου, έτσι ώστε η σύζευξή του με την τεχνολογία και την καθημερινή ζωή να αποτελεί πια μέρος της αρχιτεκτονικής μας κληρονομιάς. Πλέον, οι νέες τεχνολογίες είναι πια ικανές για ευρύτερες τοπικές και περιβαλλοντικές αλλαγές στον αρχιτεκτονικό χώρο, και μέσω των κατανεμημένων ευφυών υπολογιστικών συστημάτων και των ενεργών έξυπνων υλικών, να δημιουργήσουν ένα χώρο «ζωντανό» που θα μπορεί να προσαρμόζεται στις εσωτερικές παραμέτρους και επιδόσεις που αλλάζουν συνεχώς, σε άμεση ανταπόκρι-



Tristan d' Estrée Sterk, Tensegrity Systems και The Idea Cloud, ORAMBRA



ση με τις ανάγκες των ενοίκων και τις εξωτερικές περιβαλλοντικές συνθήκες.»¹⁵

Μία νέα πτυχή της διαδραστικής αρχιτεκτονικής παρουσιάζει ο Tristan d' Estrée Sterk, ως εκπρόσωπος της ανταποκρινόμενης αρχιτεκτονικής (responsive architecture), έννοιας που είχε αναπτύξει πρώτος ο Nicolas Negroponte, δίνοντας τον εξής ορισμό:

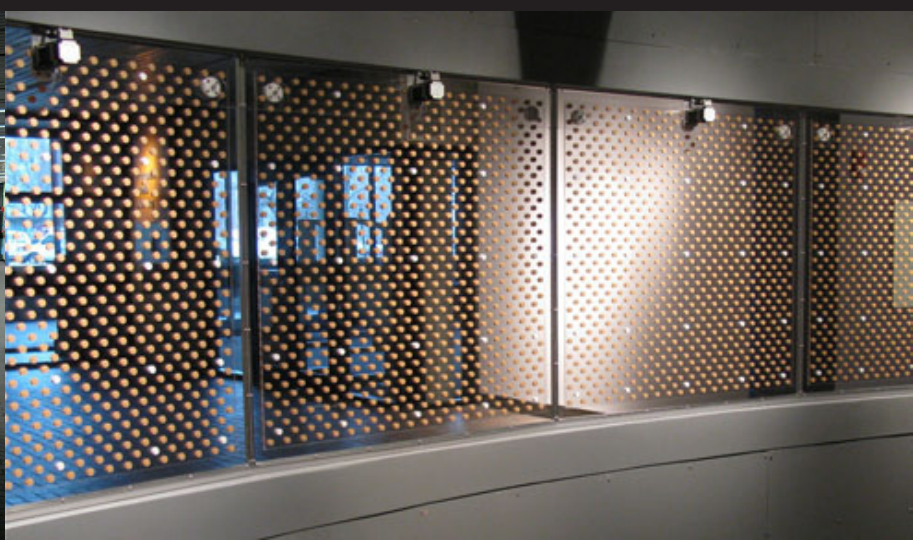
«Ως ανταποκρινόμενη αρχιτεκτονική (responsive architecture) ορίζεται η αρχιτεκτονική, η οποία μέσω αισθητήρων μετρά πραγματικές περιβαλλοντικές συνθήκες και ενεργοποιεί, μέσω κατάλληλων μηχανισμών, την προσαρμογή του κτιρίου όσον αφορά το σχήμα, τη μορφή, το χρώμα ή τον ανταποκρινόμενο χαρακτήρα του. Η ανταποκρινόμενη αρχιτεκτονική έχει ως σκοπό να τελειοποιήσει και να διευρύνει την πειθαρχία στην αρχιτεκτονική με το να βελτιώσει την ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων με τη χρήση ανταποκριτικών τεχνολογιών (by sensors / control systems / actuators), ενώ παράλληλα παράγει κτίρια που αντανακλούν τις τεχνολογικές συνθήκες της εποχής μας.»¹⁶

Το συγκεκριμένο κομμάτι της διαδραστικής αρχιτεκτονικής, όπως διακρίνουμε και από τον παραπάνω ορισμό, ασχολείται με την προσαρμογή του αρχιτεκτονήματος στο περιβάλλον, λαμβάνοντας υπ' όψιν σε πραγματικό χρόνο τις περιβαλλοντικές συνθήκες και κλιματικές αλλαγές. Σκοπός της ανταποκρινόμενης αρχιτεκτονικής είναι η μείωση των ενεργειακών δαπανών και, γενικότερα, η βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου, που οδηγεί, όπως επισημαίνει παλαιότερα ο ίδιος ο Negroponte, σε κτίρια πιο λογικά. Η συγκεκριμένη αντιμετώπιση έχει αντίκτυπο στη διάρκεια ζωής του κτιρίου, αλλά και στην ποιότητα ζωής των ενοίκων – χρηστών. Ο ρόλος, όμως, των ενοίκων – χρηστών παρουσιάζεται κάπως περιορισμένος, σε σχέση με το πώς αναδεικνύεται από τον Kas Oosterhuis και τον Usman Haque. Αυτό συμβαίνει, διότι το αρχιτεκτόνημα δεν συμπεριφέρεται με σκοπό τη δημιουργία χωρικών καταστάσεων για την ενίσχυση της κοινωνικότητας του χρήστη και την αύξηση της επικοινωνίας μαζί του. Οι ανιχνευτές (sensors) έχουν ως κύρια προτεραιότητα, όπως προαναφέρθηκε, την ανίχνευση πραγματικών περιβαλλοντικών συνθηκών, μεταξύ άλλων τη διακύμανση της θερμοκρασίας, τα επίπεδα υγρασίας του εξωτερικού περιβάλλοντος, το ποσοστό ηλιασμού του κτιρίου, ακόμη και σεισμικές δονήσεις ή πιέσεις φορτίων ανέμου.

Ο στόχος αυτός της ανταποκρινόμενης αρχιτεκτονικής επιτυγχάνεται με τη χρήση των ενσωματωμένων υπολογιστικών συστημάτων στα στοιχεία του κτιρίου, όπως είχαν προαναφέρει και οι Kemp, Fox και Oosterhuis. Παρ' όλα αυτά, ο ίδιος ο Sterk αναφέρει



Chuck Hoberman - Transformable Architecture



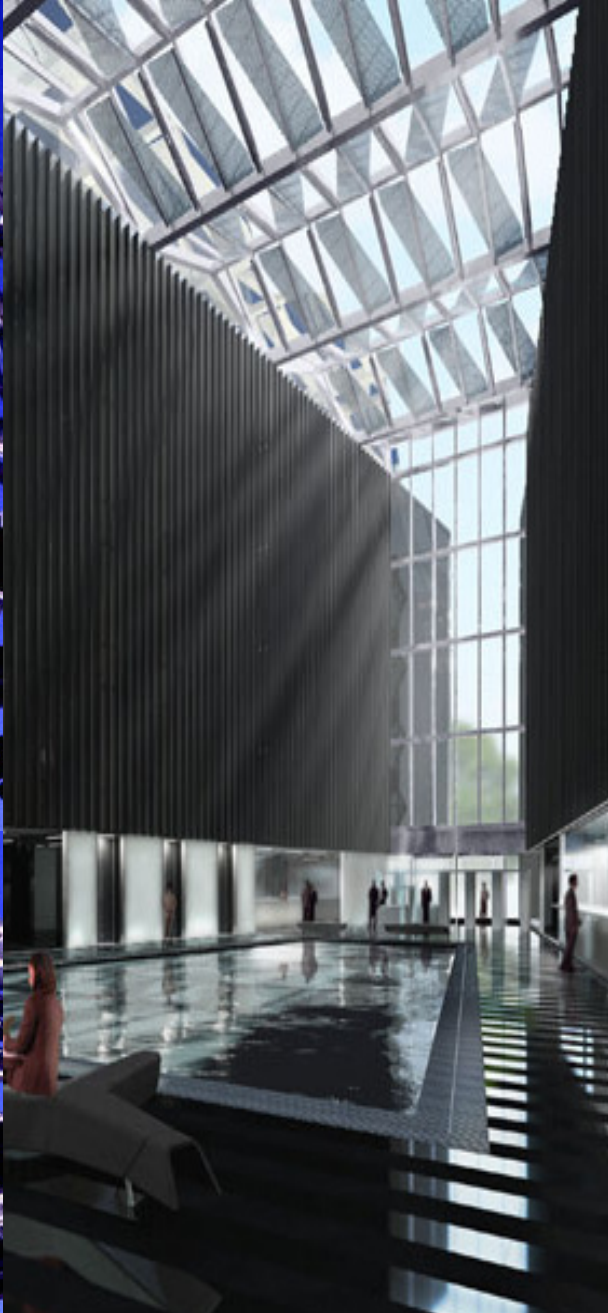
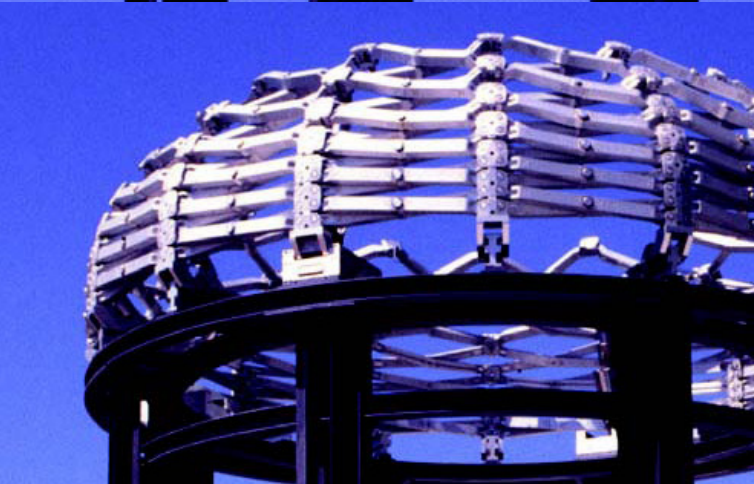
ότι η ανταποκρινόμενη αρχιτεκτονική διακρίνεται από τις άλλες μορφές της διαδραστικής αρχιτεκτονικής, καθώς υφίσταται ενσωμάτωση μη αυτοματοποιημένων ανταποκρινόμενων τεχνολογικών συστημάτων μέσα στα πρωτογενή στοιχεία της κατασκευής, τα οποία διαφοροποιούν ποιοτικά στοιχεία του συνόλου. Με την ενσωμάτωση αυτών των αποκριτικών τεχνολογιών στα κατασκευαστικά στοιχεία του κτιρίου, οι αρχιτέκτονες έχουν την ικανότητα να αναπροσαρμόζουν τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζουν και κατασκευάζουν ένα χώρο, με το να αναπτύξουν την πειθαρχία κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού, παρά να χρησιμοποιούν εκ των υστέρων έξυπνες επιπρόσθετες τεχνολογίες.

Στην πραγματικότητα, αυτό που διαφέρει είναι η ανάπτυξη μίας νέας μορφής μηχανικού συστήματος, στο πλαίσιο του kinetic, από το Sterk και το Robert Skelton, που ονομάζεται actuated tensegrity system, και μιμείται μηχανισμούς της φύσης. Το μηχανικό αυτό σύστημα, όπου έχουν ενσωματωθεί επιμέρους υπολογιστικά συστήματα, επιτρέπει στο αρχιτεκτόνημα να αλλάζει το σχήμα και τη μορφή του για να ικανοποιήσει ορισμένες ανάγκες, χωρίς παράλληλα να χάνει τον στατικό του χαρακτήρα.¹⁷

Στην κατεύθυνση του ενεργειακού σχεδιασμού μέσω προσαρμοστικών και διαδραστικών συστημάτων κινείται και ο Chuck Hoberman, πρωτοπόρος στον τομέα της μεταβλητής αρχιτεκτονικής (transformable architecture), η οποία περιλαμβάνει την παραγωγή προϊόντων και κατασκευών, τα οποία αλλάζουν το μέγεθος και το σχήμα τους. Όπως ο ίδιος σημειώνει, *ένα κτίριο μεσολαβεί μεταξύ του ένοικου και του περιβάλλοντος, τα οποία είναι και τα δύο ιδιαίτερα δυναμικά συστήματα. Γιατί τότε το κτίριο να παραμένει στατικό;* Ο Hoberman, λοιπόν, χρησιμοποιεί τις μεταβλητές αυτές κατασκευές του για τη δημιουργία προσαρμοστικών κτιρίων, για τα οποία αναφέρει:

«Προσαρμοστικά κτίρια ονομάζονται εκείνα που διαθέτουν την ικανότητα να προσαρμόζουν το σχήμα και τη λειτουργία τους σε πραγματικό χρόνο σύμφωνα με τις περιβαλλοντικές αλλαγές. Τα κτίρια αυτά προσαρμόζουν συνεχώς τη σύνθεση και τη δομή τους σε συμφωνία με τις εναλλασσόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες, πετυχαίνοντας μικρότερη κατανάλωση ενέργειας, προσφέροντας περισσότερες ανέσεις στους ενοίκους, και τέλος διαθέτουν καλύτερη κατανομή χώρου σε σχέση με τα στατικά κτίρια.»¹⁸

Οι ιδιότητες που χαρακτηρίζουν τα προσαρμοστικά κτίρια είναι πανομοιότυπες με τους στόχους της ανταποκρινόμενης αρχιτεκτονικής του Sterk. Κύριος στόχος των προσαρμοστικών κτιρίων είναι η χρήση της ενέργειας. Μάλιστα, όπως αναφέρει ο ίδιος ο Hoberman,



Chuck Hoberman - transformable architecture

τα περισσότερα κτίρια, ακόμη και με τη χρήση των νέων παθητικών συστημάτων απόδοσης ενέργειας, δεν μπορούν να κάνουν αποτελεσματική χρήση των φυσικών πόρων, τη στιγμή που τα προσαρμοστικά κτίρια (adaptive buildings) μπορούν να αλλάξουν τη μορφή τους, τις εξωτερικές τους επιφάνειες, καθώς και τη διάρθρωση των εσωτερικών χώρων σε ανταπόκριση «έξυπνων» υπολογιστικών συστημάτων, τα οποία λαμβάνουν συνεχώς δυναμικά ανατροφοδοτούμενες (feedback) πληροφορίες από το περιβάλλον. Η ηλιακή και η αιολική ενέργεια, το φως της ημέρας, το νερό και γενικότερα οι καιρικές συνθήκες μπορούν να αξιοποιηθούν από τα κτίρια, και στη συνέχεια να επαναχρησιμοποιηθούν κατάλληλα, μέσω της χρήσης των παραπάνω τεχνολογικών καινοτομιών. Για το λόγο αυτό, τα προσαρμοστικά συστήματα συνδυάζουν τα καλύτερα σημεία από τις υφιστάμενες στρατηγικές, που είναι η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και ο έλεγχος πάνω στο περιβάλλον του κτιρίου.

Συγγενής στον ορισμό του Hoberman για τα προσαρμοστικά κτίρια είναι ο παρακάτω ορισμός της προσαρμοστικής αρχιτεκτονικής:

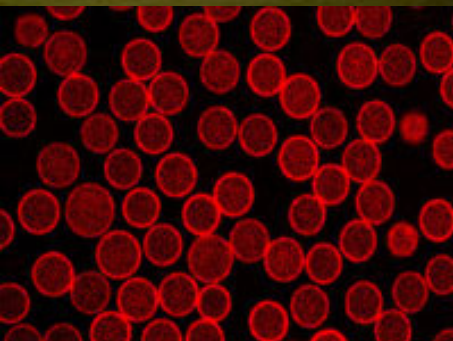
«Η προσαρμοστική αρχιτεκτονική (adaptive architecture) ορίζεται ως η Αρχιτεκτονική στην οποία το κτίριο, η κατασκευή, το σύστημα προσαρμόζεται σύμφωνα με ερεθίσματα που λαμβάνει από εξωτερικές και εσωτερικές επιδράσεις.»¹⁹

Ως εξωτερικοί παράγοντες επίδρασης αναφέρονται, μεταξύ άλλων, οι καιρικές συνθήκες, τα περιβαλλοντολογικά χαρακτηριστικά και η εισαγωγή πληροφοριών διάφορων θεμάτων. Αντίστοιχα, ως εσωτερικοί παράγοντες επίδρασης λαμβάνονται υπ' όψιν χαρακτηριστικά όπως ο πληθυσμός, η εσωτερική θερμοκρασία, η κίνηση, κλπ. Υπό την επίδραση των παραγόντων αυτών, το συνολικό σύστημα αλλάζει και προσαρμόζει χαρακτηριστικά όπως η κατασκευή, η συμπεριφορά, τα στοιχεία που το απαρτίζουν.

Η αντίληψη του συστήματος στα εξωγενή και ενδογενή ερεθίσματα και η διάδραση μεταξύ αυτών και του συστήματος, οδηγεί στη μεταβλητότητα, την κινητικότητα και την προσαρμοστικότητα του κτιρίου – συστήματος. Η προσαρμοστικότητα λαμβάνει χώρα κυρίως στα μη λειτουργικά μέρη του συνόλου, ή στα κατασκευαστικά στοιχεία, αφήνοντας ανέπαφα τα λειτουργικά μέρη.

Μία διαφορετική προσέγγιση επί του θέματος εκφράζει ο Neil Spiller. Κατά τον ίδιο, η προσαρμοστική αρχιτεκτονική μπορεί να οριστεί ως:

Adaptive Architecture - Συνέδριο «Building Centre», Λονδίνο



«Η αρχιτεκτονική που ασχολείται με κτίρια που προσαρμόζονται στο περιβάλλον και τους ενοίκους του, είτε αυτό γίνεται αυτόματα είτε μέσω ανθρώπινης παρέμβασης. Αυτό μπορεί να συμβεί σε πολλά διαφορετικά επίπεδα και συχνά εμπεριέχει την χρήση ψηφιακών τεχνολογιών (όπως sensors, actuators, controllers, systems και communication technologies).»²⁰

Ο Spiller διευρύνει τους ορίζοντες της προσαρμοστικής αρχιτεκτονικής και πλησιάζει το γενικό ορισμό των Fox και Kemp για τη διαδραστική αρχιτεκτονική. Για αυτόν υπάρχουν δύο κατευθύνσεις: η προσαρμογή στο περιβάλλον που αναφέρεται στην ανταπόκριση στις περιβαλλοντικές συνθήκες και την ορθή ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου, καθώς επίσης και η προσαρμογή του κτιρίου στους ενοίκους - χρήστες, σε ό,τι αφορά την ικανοποίηση αναγκών και την άμεση επικοινωνία μαζί τους. Όλα αυτά πραγματοποιούνται χάρη στις ψηφιακές τεχνολογίες, όπως έχει ήδη ειπωθεί πολλές φορές, αλλά, ταυτόχρονα, εισάγει την έννοια της ανθρώπινης ή αυτοματοποιημένης παρέμβασης σε αυτή την προσαρμογή. Συνήθως, η προσαρμογή στις περιβαλλοντικές συνθήκες είναι μία αυτοματοποιημένη διαδικασία, καθώς απαιτεί πολύπλοκους χειρισμούς, αφήνοντας την ανθρώπινη παρέμβαση στην επικοινωνία του χρήστη με το κτίριο.

Στο παγκόσμιο συνέδριο για την προσαρμοστική αρχιτεκτονική στο Building Centre του Λονδίνου τον Μάρτιο του 2011, η προσαρμοστική αρχιτεκτονική διαιρείται σε τέσσερα διαφορετικά πεδία. Αυτά είναι οι δυναμικές προσόψεις (dynamic facades), οι μεταμορφωτικές / μεταβλητές κατασκευές (transformable structures), τα βιομμητικά υλικά (bio-inspired materials) και, τέλος, οι «έξυπνες τεχνολογίες» (intelligence).

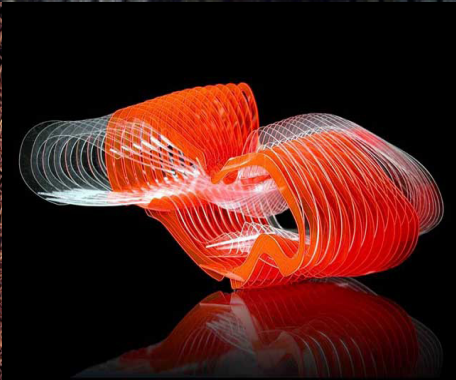
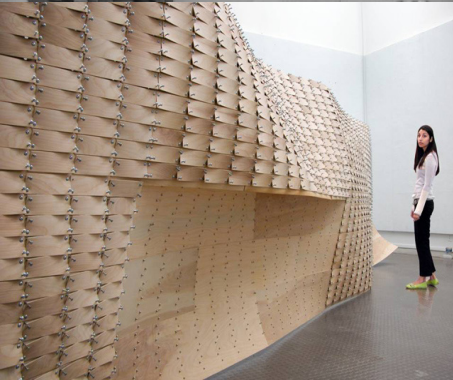
Κάθε πεδίο ορίζεται ως εξής:

Δυναμικές προσόψεις: αφορά τη δημιουργία νέας γενιάς ανταποκρινόμενων προσόψεων, οι οποίες έχουν δικιά τους «νοημοσύνη» και ικανότητα ανάπτυξης κάθε μορφής επικοινωνίας. Τα συγκεκριμένα συστήματα είναι υπεύθυνα για την ενεργειακή προσαρμογή του κτιρίου και την ενίσχυση των ανέσεων του χρήστη.

Μεταβλητές κατασκευές: αφορά τη δημιουργία κατασκευών κάθε κλίμακας, οι οποίες προσαρμόζουν το μέγεθος και το σχήμα τους ανάλογα με τις εκάστοτε συνθήκες. Οι κατασκευές αυτές ανταποκρίνονται, ανεξαρτήτως κλίμακας, καθημερινά ή μακροπρόθεσμα σε διαρκώς μεταβαλλόμενες οικονομικές απαιτήσεις, κλιματικές αλλαγές και καιρικά φαινόμενα.



Achim Menges - Adaptive Architecture και νέα βιομημητικά υλικά



μενα, και, γενικότερα, σε κάθε είδους εξωτερικούς παράγοντες και καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης.

Βιομημητικά υλικά: αφορά τη δημιουργία μίας νέας γενιάς προσαρμοστικών υλικών και συστημάτων, μιμούμενων διεργασίες από το φυσικό κόσμο. Η φύση δημιουργεί αποκριτικούς οργανισμούς και υλικά, τα οποία μεταμορφώνονται, αυτοεπισκευάζονται ή αλλάζουν χρώματα. Αυτές οι λειτουργίες έχουν τις ρίζες τους σε μοριακό επίπεδο και κλιμακώνονται προς τα άνω για να δημιουργήσουν προσαρμοστικά συστήματα τα οποία ενεργοποιούνται με βάση φυσικά και χημικά ερεθίσματα.

Έξυπνες τεχνολογίες: αφορά τη δημιουργία έξυπνων υπολογιστικών συστημάτων με την ικανότητα να ανταποκρίνονται στις μεταβαλλόμενες συνθήκες και στο συντονισμό των προσαρμοστικών λειτουργιών. Πρόκειται για αυτοματοποιημένα συστήματα, επιφάνειες επικοινωνίας με το χρήστη και άλλες υπηρεσίες που ενσωματώνονται στο αρχιτεκτόνημα.²¹

Εκτός των μεταβλητών κατασκευών που αντιπροσωπεύουν το χώρο του kinetic και των «έξυπνων» υπολογιστικών συστημάτων που συμβάλλουν στην υλοποίηση μίας διαδραστικής και προσαρμοστικής αρχιτεκτονικής, προστίθεται μία νέα κατεύθυνση. Αυτή η κατεύθυνση είναι η ανάδυση του νέου παραδείγματος (new paradigm), ενός παραδείγματος που τείνει να θεωρεί πως όχι μόνο το αρχιτεκτόνημα αποκτά συνεχώς και περισσότερες ιδιότητες ζωντανού οργανισμού αλλά και μπορεί να θεωρείται και από μόνο του ένας ζωντανός οργανισμός.

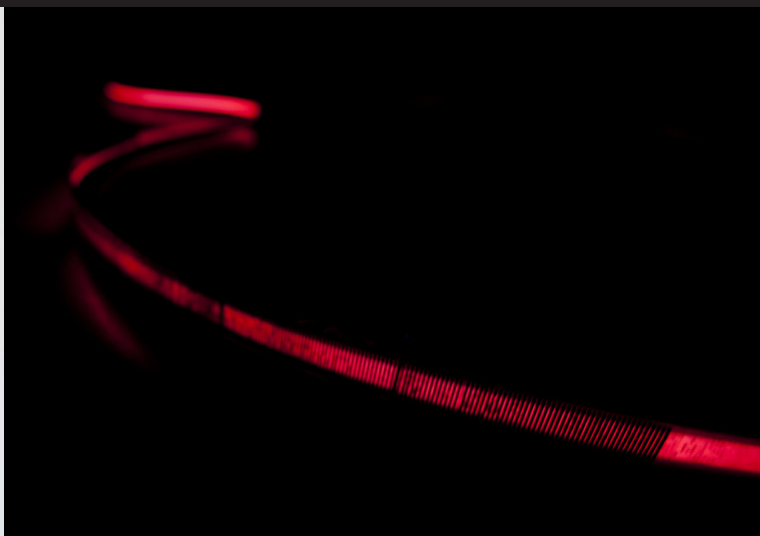
Η ανάγκη για μεγαλύτερη προσαρμογή στο περιβάλλον, καλύτερες επιδόσεις (performance-based architecture) και μείωση των ενεργειακών δαπανών, οδηγεί στην υιοθέτηση δομών και ιεραρχιών από τη φύση, που επηρεάζει τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό και οδηγεί στη δημιουργία νέων προσαρμοστικών υλικών. Σε αυτή την κατεύθυνση κινούνται πολλοί σχεδιαστές της διαδραστικής και προσαρμοστικής αρχιτεκτονικής, όπως οι Michael Hensel και Achim Menges. Σύμφωνα με τους Hensel και Menges:

«Η πολύπλοκη και δυναμική διάδραση ανάμεσα σε έναν οργανισμό και το περιβάλλον στο οποίο ζει εξελίσσουν τη λειτουργικότητά του. Το γεγονός ότι οι εξωτερικοί παράγοντες επηρεάζουν την ανάπτυξη της μορφής και της λειτουργίας είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον όσον αφορά τον τομέα του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού. Η ανταπόκριση των οργανισμών ή των συστημάτων στα εξωτερικά ερεθίσματα μπορεί να αποτελέσει κεντρικό τμήμα της παραγωγικής διαδικασίας σχεδιασμού, έναντι ενός διορθωτικού ελέγχου στο τέλος του.

Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός που έχει ως προτεραιότητα τη συνολική απόδοση της κα-



Manuel Kretzer - Βιολογικό Παράδειγμα



τασκευής (*performance-oriented design*), μπορούμε να πούμε ότι χαρακτηρίζεται από τέσσερις κύριους ενεργούς τομείς : τον ανθρώπινο παράγοντα, το χωρικό και υλικό σύστημα οργάνωσης, και, τέλος, το περιβάλλον. Οι τέσσερις αυτοί τομείς παρ' ότι είναι ανεξάρτητοι μεταξύ τους, διαμορφώνουν έντονες διαδραστικές σχέσεις ο ένας με τον άλλον.»²²

Στην ίδια λογική κινείται και ο Manuel Kretzer, ο οποίος υιοθετεί το βιολογικό παράδειγμα και προχωράει στη δημιουργία ενός νέου προγράμματος για τον αρχιτεκτονικό χώρο.

Όπως ο ίδιος ορίζει:

«Τα *Emotive Environments* (περιβάλλοντα) αποτελούν μία προσπάθεια να εμπλουτίσουν το καθιερωμένο στατικό μοντέλο που επικρατεί στην αρχιτεκτονική με τη χρήση ανταποκρινόμενων, προσαρμοστικών και «έξυπνων» υλικών, ούτως ώστε να προκύψει ένας χώρος που θα συγκεντρώνει δυναμικά χαρακτηριστικά όπως αυτά εμφανίζονται στην φύση. Η υιοθέτηση μηχανισμών αυτοοργάνωσης εμπνευσμένων από το βιολογικό παράδειγμα μπορεί να οδηγήσει σε ένα τεχνητό σύστημα που θα περιέχει ιδιότητες ενός αυτόνομου και ανταποκρινόμενου οργανισμού. Τα συγκεκριμένα, λοιπόν, περιβάλλοντα είναι σε θέση να ανταποκρίνονται δυναμικά στην ύπαρξη και στη συμπεριφορά των νοίκων τους. Δεν καθορίζουν μόνο τις δραστηριότητες των κατοίκων τους, αλλά έχουν τη δυναμική να τις επηρεάζουν και να τις μεταμορφώνουν.»²³

Δανειζόμενοι, έτσι, μορφές από τη φύση, δημιουργούνται υλικά με ικανότητες όπως καλή στατική λειτουργία και ελαστικότητα, άμεση ανταπόκριση σε εξωτερικές περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως ο άνεμος, η αλλαγή θερμοκρασίας, η υγρασία, μέσω των μοριακών τους δομών, όπως θα έκανε και ένας ζωντανός οργανισμός για να προστατευθεί.

Αυτό, όμως, που εκπλήσσει είναι το γεγονός ότι δεν είναι απαραίτητη η ύπαρξη ψηφιακού ελέγχου μέσω ενσωματωμένων υπολογιστικών συστημάτων, που θα κατευθύνει την κίνηση ή την προσαρμογή, όπως συμβαίνει στα μηχανικά μέρη ενός διαδραστικού κτιρίου. Η κινητική συμπεριφορά των στοιχείων, που αποτελούνται πια από τα νέα υλικά, μπορεί απλά να προκληθεί μέσα από το ερέθισμα του υλικού από ηλεκτρισμό. Η υιοθέτηση τέτοιων υλικών στη διαδραστική αρχιτεκτονική, θα κάνει το σχεδιασμό πιο ολιστικό και θα δώσει τη δυνατότητα στο κτίριο να συμπεριφέρεται πιο άμεσα στους χρήστες και το περιβάλλον, ίσως αλλάζοντας την υπάρχουσα σχέση μεταξύ των δύο αυτών πλευρών, δημιουργώντας μία πιο στενή σχέση και εντάσσοντάς το πια ολοκληρωτικά στο περιβάλλον, αφού θα δρα ως ένας ζωντανός οργανισμός.

ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

- (1),(2),(3) – Αβραμίδης Αλκιβιάδης, Διαδραστική Αρχιτεκτονική – *Interactive Architecture*, Ερευνητική Εργασία, Α.Π.Θ., Σεπτέμβριος 2009
- (4) – Fox, Michael A., Kemp M., *Interactive Architecture*, Princeton Architectural Press, 2009, σελ. 12
- (5) – ό.π., σελ. 126 -128
- (6) – ό.π., σελ. 13
- (7) – Usman Haque, « Architecture, Interactions, System» , *AU: Architettura & Urbanismo*, 2006, σελ. 149
- (8) – Marcos Novak, interview by Allesandro Ludovico, Neural, 2001, <http://www.neural.it/english/marcosnovak.htm>
- (9) – Hyperbody, <http://www.protospace.bk.tudelft.nl/>
- (10) – Κομινιάς Βασίλης, Χαρίστος Βασίλης, *In-terra-active Architecture*, Ερευνητική Εργασία, Α.Π.Θ
- (11), (12) – Μπολαράκης Αλέξης, Βιολογικές διαδικασίες και συστήματα στο σύγχρονο σχεδιασμό, Ερευνητική Εργασία, Α.Π.Θ.
- (13)–Hyperbody,<http://www.protospace.bk.tudelft.nl/overfaculteit/afdelingen/hyperbody/research/theory/swarm-architecture-ii/swarm-architecture-ii/>
- (14) – Hyperbody, <http://www.protospace.bk.tudelft.nl/>
- (15) – Architectureal Design Vol. 75 Noi, 4DSpace – *Interactive Architecture*, Wiley,Jan/Feb 2005,σελ. 6 - 7
- (16) – Tristan d’Estrée Sterk , Building Upon Negroponte: A Hybridized Model of Control Suitable for A Responsive Architecture , The School of The Art Institute of Chicago , 2003
- (17) – Tristan d’Estrée Sterk , Using Actuated Tensegrity Structures to Produce a Responsive Architecture , The School of The Art Institute of Chicago, 2003
- (18) – Hoberman C., Schwitter S., Adaptive Structures: Building for Performance and Sustainability, <http://www.di.net/articles/archive/2881/>
- (19) – www.mrl.nott.ac.uk/~hms/AdaptiveArchitecture.html
- (20) – Neil Spiller, Reflexive Architecture, Architectural Design, Wiley, 2002
- (21) – http://www.buildingcentre.co.uk/adaptivearchitecture/adaptive_aboutus.html
- (22) – Μπολαράκης Αλέξης, Βιολογικές διαδικασίες και συστήματα στο σύγχρονο σχεδιασμό, Ερευνητική Εργασία, Α.Π.Θ.
- (23) – blog.iad.zhdk.ch/emotiveenvironments/

ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

UVA, Volume:

UVA, Volume, V&A, 2006–07 AD 4dsocial Interactive Design Environments

Bubbles Project:

<http://emanate.org/bubbles.htm>

Sky Ear, Usman Haque:

Spiller Neil, Digital Architecture Now, Thames & Hudson, 2008

Space Station, Programmable Skin:

<http://www.oosterhuis.nl/quickstart/index.php?id=637>

Interactive Wall, Hyperbody:

Burry J., Burry M., The New Mathematics of Architecture, Thames & Hudson, 2010

E-Motive House:

<http://www.oosterhuis.nl/quickstart/index.php?id=348>

Web of North-Holland:

<http://www.oosterhuis.nl/quickstart/index.php?id=iweb>

Swarm Urbanism:

[http://www.kokkugia.com/swarm architecture](http://www.kokkugia.com/swarm%20architecture)

Kas Oosterhuis:

<http://www.oosterhuis.nl/quickstart/index.php?id=aom>

<http://www.oosterhuis.nl/quickstart/index.php?id=digital-pavilion>

<http://www.oosterhuis.nl/quickstart/index.php?id=347>

Tristan d' Estrée Sterk, Tensegrity Systems και The Idea Cloud:

<http://www.orambra.com/>

Chuck Hoberman, Transformable Architecture:

<http://www.hoberman.com/soq/HobermanSOQ.pdf>

Adaptive Architecture - Συνέδριο «Building Centre»:

<http://www.buildingcentre.co.uk/adaptivearchitecture/adaptive.html>

Achim Menges, Michael Hensel:

AD, Versatility and Vicissitude - Performance in Morpho-Ecological Design, Wiley, 2008

Manuel Kretzer, Βιολογικό Παράδειγμα:

«material animation», CAAD MAS 2010/11, Manuel Kretzer, 2011

3.2 Συγκριτική Κατηγοριοποίηση

Μετά το πρώτο μέρος της παράθεσης και του σχολιασμού των ορισμών, που έχουν δοθεί από ερευνητές και αρχιτέκτονες που ασχολούνται με τη διαδραστική αρχιτεκτονική, η μελέτη προχωράει στη σύγκρισή τους. Το εύρος που καλύπτουν είναι αρκετά μεγάλο, με πολλές παραμέτρους, αλλά ήδη από την παράθεση των ορισμών, άρχισαν να διακρίνονται οι πρώτοι συσχετισμοί, τα κοινά τους στοιχεία και οι διαφορές. Πριν μεταβούμε στη διάκριση των κατηγοριών της διαδραστικής αρχιτεκτονικής, είναι αναγκαίο να θέσουμε τα κριτήρια για αυτόν το διαχωρισμό.

Τα κριτήρια αυτά απαντούν σε ερωτήσεις όπως:

- Ποιος είναι ο σκοπός και η πρόθεση της διάδρασης / προσαρμογής ενός αρχιτεκτονήματος ή μίας αρχιτεκτονικής κατασκευής;
- Πώς επιτυγχάνεται αυτή η προσαρμογή / διάδραση; Ποια είναι τα μέσα δηλαδή για να είναι εφικτή;
- Πώς ελέγχονται και συντονίζονται οι διαδραστικές / προσαρμοστικές διαδικασίες; Πρόκειται για αυτοματοποιημένες διαδικασίες ή απαιτείται ανθρώπινη παρέμβαση;

3.2.1 Κατηγοριοποίηση της Διαδραστικής Αρχιτεκτονικής σύμφωνα με το Σκοπό Διάδρασης

Εγείρονται λοιπόν ερωτήματα πάνω σε κρίσιμα ζητήματα της διαδραστικής αρχιτεκτονικής. Ως πρώτο θέμα εξετάζεται ο σκοπός ή πρόθεση του αρχιτέκτονα στον σχεδιασμό ενός διαδραστικού κτιρίου. Από την ανάγνωση των ορισμών που δόθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, προκύπτουν δύο κύριες κατευθύνσεις που αναφέρονται στο ποιος είναι ο σκοπός της διαδραστικής αρχιτεκτονικής. Οι δύο αυτές κατευθύνσεις οδηγούν παράλληλα και σε δύο διαφορετικά είδη σχεδιασμού.

Στις δύο αυτές κατευθύνσεις αναφέρεται πολύ γενικά ο ορισμός των Miles Kemp και Michael Fox, ο οποίος περιλαμβάνει μία γενική εικόνα της διαδραστικής αρχιτεκτονικής, και οι οποίες κατευθύνσεις είχαν αναπτυχθεί μερικώς στο προηγούμενο κεφάλαιο. Αναφέρονται στην προσπάθεια της διαδραστικής αρχιτεκτονικής για την επίλυση ανθρωπολογικών και περιβαλλοντικών ζητημάτων. Αναφορά στις δύο αυτές πτυχές συναντούμε σε όλους τους ορισμούς που παρατέθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, με ίδια ή διαφορετική ορολογία.

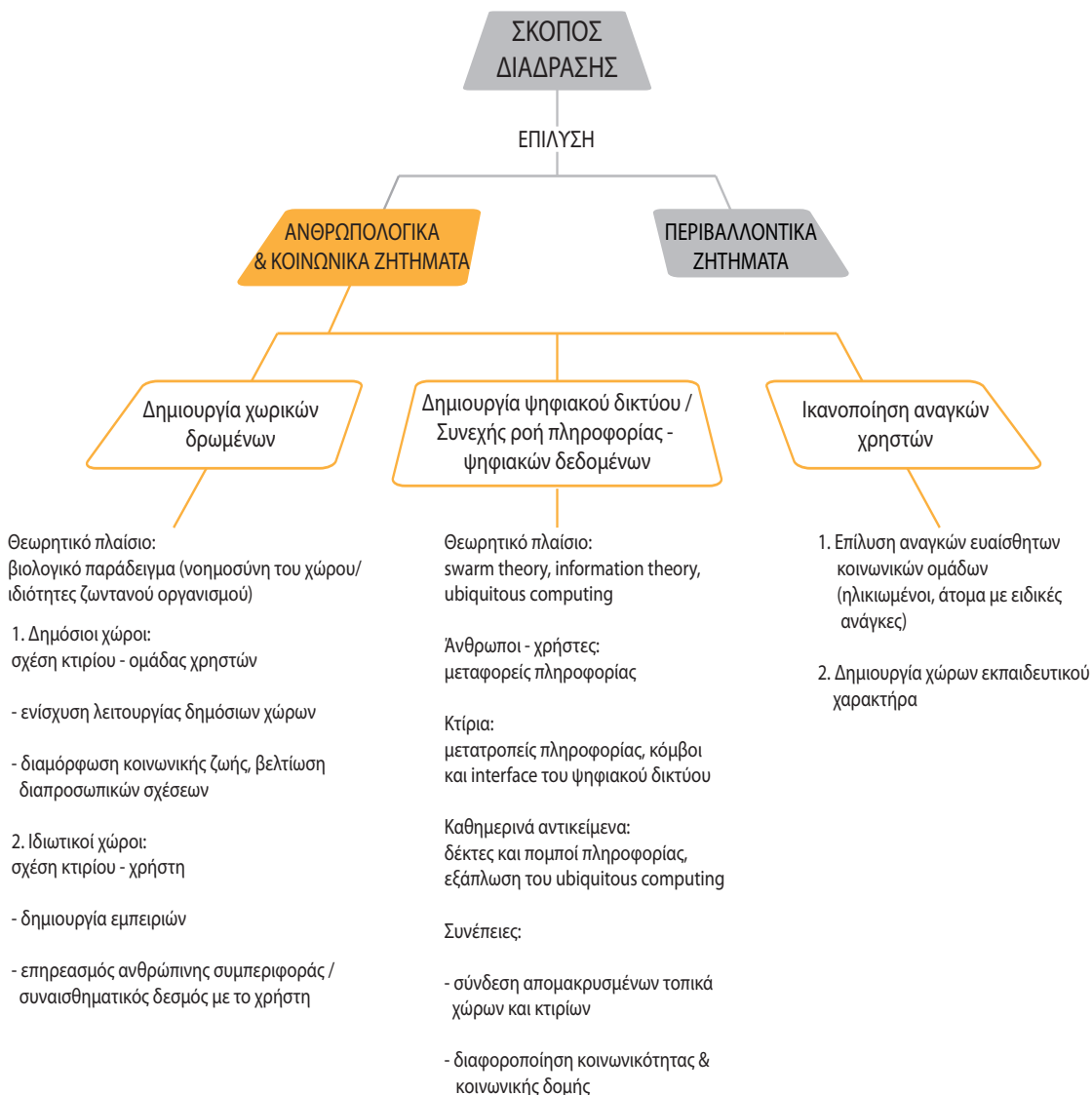
3.2.1.1 Ανθρωπολογικά Ζητήματα στο Διαδραστικό Σχεδιασμό

Ο Kas Oosterhuis και ο Usman Haque κάνουν λόγο για την ανάγκη επικοινωνίας του αρχιτεκτονήματος ή της οποιασδήποτε διαδραστικής κατασκευής με το χρήστη σε πραγματικό χρόνο. Επιμένουν στην πραγματική διάδραση μεταξύ των δύο ενεργών μερών και στην ικανότητα του αρχιτεκτονήματος να μεταμορφώνει και να επηρεάζει τη συμπεριφορά του χρήστη, τις συνήθειες και τις δραστηριότητές του, όπως επισημαίνουν και οι Novak και Kretzer.

Το αρχιτεκτόνημα, σύμφωνα με τον Oosterhuis, πρέπει να είναι σε θέση να ανιχνεύει συμπεριφορές και μοτίβα στις ανθρώπινες δραστηριότητες, και σύμφωνα με μία βάση δεδομένων που δημιουργείται, να ανταποκρίνεται κατάλληλα, ή καλύτερα να προλαμβάνει συμπεριφορές, πριν ακόμη ο χρήστης προσπαθήσει να επικοινωνήσει μαζί του. Όλη αυτή η διαδικασία περιγράφει ένα χώρο με «νοημοσύνη», πολύ κοντά στις ιδιότητες ενός ζωντανού οργανισμού, όπως αναφέρουν οι Kemp, Fox, Oosterhuis και Kretzer.

Οι παραπάνω σχεδιαστές, όπως και άλλοι που ειδικεύονται σε αυτόν τον τομέα της διαδραστικής αρχιτεκτονικής, έχουν ως σκοπό τη δημιουργία χωρικών δρωμένων, ώστε να δώσουν απαντήσεις σε ζητήματα κοινωνικής διάστασης. Μέσω αυτών των καταστάσεων, επιθυμούν να μετατρέψουν τον ανώνυμο χρήστη ή περαστικό σε ένα δημόσιο χώρο, σε ενεργό μέλος της διαδραστικής διαδικασίας που εξελίσσεται και να τον απελευθερώσουν από κοινωνικά κατεστημένα, ενισχύοντας την κοινωνικότητά του. Όταν αυτό λαμβάνει τόπο σε ιδιωτικό χώρο, ενισχύει το συναισθηματικό δεσμό του χρήστη με το κτίριο, αφού το τελευταίο του προκαλεί συναισθήματα και εμπειρίες και δείχνει να αντιλαμβάνεται τις προθέσεις και τις επιθυμίες του. Σε ένα δημόσιο χώρο όπου το κτίριο / κατασκευή αλληλεπιδρά με μεγαλύτερες κοινωνικές ομάδες, σκοπός είναι, εκτός της δημιουργίας δεσμών μεταξύ χρηστών – κτιρίου, η δημιουργία κοινωνικών σχέσεων μεταξύ των συμμετεχόντων, που πριν λίγο ήταν άγνωστοι και απρόσωποι. Το γεγονός αυτό ενισχύει την λειτουργία των δημόσιων χώρων και κάνει πια ευδιάκριτο το ρόλο τους στην διαμόρφωση της κοινωνικής ζωής στην πόλη.

Μία άλλη πτυχή στην επίλυση ανθρωπολογικών και ευρύτερα κοινωνικών ζητημάτων, πέρα από τη δημιουργία χωρικών δρωμένων και εμπειριών (spatial experiences), όπως περιγράφηκαν παραπάνω, είναι η σύνδεση απομακρυσμένων τοπικά χώρων και κτιρίων μέσω των ψηφιακών τεχνολογιών, που οδηγεί αυτόματα στην πιο άμεση επικοινωνία απομακρυσμένων χωρικά κοινωνικών ομάδων και στην ελεύθερη ροή της πληροφορίας. Ο Kas Oosterhuis με



την θεωρία της πληροφορίας, αλλά και ο Usman Haque, σε μικρότερο βαθμό, υποστηρίζουν τη συνεχή ροή της τελευταίας και την επεξεργασία της, είτε από τους ανθρώπους, είτε από τα κτίρια. Τα κτίρια εμφανίζονται ως επεξεργαστές πληροφορίας, που αντίστοιχα εισάγουν και εξάγουν πληροφορία. Σύμφωνα και με τον Hawking, όλη η ύλη στο σύμπαν αποτελεί μία μορφή πληροφορίας, οπότε έχουμε τη μετατροπή μίας μορφής πληροφορίας σε μία άλλη.

Η θεωρία του σμήνους, επίσης, του Kas Oosterhuis εμφανίζει τις σχέσεις αλληλεξάρτησης που υπάρχουν μεταξύ αρχιτεκτονικών μελών, χρηστών και κτιρίων, αλλά και μεταξύ διαφορετικών κτιρίων, ακόμη και αν τα τελευταία είναι απομακρυσμένα. Όλα δρουν συλλογικά και όλα αποτελούν μέλη ενός γενικότερου σμήνους. Οι άνθρωποι σε αυτό το σύστημα δρουν ως μεταφορείς πληροφορίας από το ένα κτίριο στο άλλο, τα οποία είναι οι επεξεργαστές. Τα κτίρια, όμως, μπορούν πια να επικοινωνούν και αυτά μεταξύ τους ως μέλη του ίδιου σμήνους. Επεκτείνοντας την παραδοχή ότι όλη η ύλη είναι πληροφορία, έτσι, αντίστοιχα, η πληροφορία είναι μία μορφή ψηφιακών δεδομένων και τα κτίρια, πια, εμφανίζονται ως υπολογιστικές μηχανές που επεξεργάζονται ψηφιακά δεδομένα. Συνοψίζοντας όλα τα παραπάνω, δημιουργείται ένα πυκνό δίκτυο, σύστημα από κτίρια, χρήστες και συσκευές που ανταλλάζουν μεταξύ τους συνεχώς πληροφορία ή, καλύτερα, ψηφιακά δεδομένα.

Αυτή, μάλιστα, η παραδοχή έχει υλοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό στις μέρες μας με την όλο και αυξανόμενη χρήση ψηφιακών ασύρματων συσκευών και την ενσωμάτωση έξυπνων υπολογιστικών συστημάτων σε καθημερινά αντικείμενα. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται Ubiquitous Computing. Ο χώρος και τα αντικείμενα γύρω μας αποκτούν νοημοσύνη και είναι ενεργά μέλη μίας διαρκούς επικοινωνίας. Δημιουργείται ένας παράλληλος ψηφιακός κόσμος με το φυσικό, όπου στην πραγματικότητα απομακρυσμένοι χώροι βρίσκονται σε αυτόν πολύ κοντά η καλύτερα σε άμεση επαφή, χάρη σε αυτή την ψηφιακή επικοινωνία που ενισχύεται και από την ύπαρξη του Διαδικτύου.

Για την συνύπαρξη αυτή των δύο παράλληλων κόσμων κάνει λόγο και ο Mike Weinstock, ο οποίος μάλιστα υποστηρίζει ότι ζούμε, πλέον, στη σύζευξη αυτών των δύο κόσμων και ότι μία αρχιτεκτονική που αναπτύσσεται, πια, σε αυτόν τον κόσμο πρέπει να συμπεριφέρεται ανάλογα, να αποτελεί, δηλαδή, κάθε κτίριο κόμβο ή ένωση των δύο αυτών κόσμων. Ξαναγυρίζοντας, έτσι, στην αρχή, αναπτύσσεται μία διαφορετική μορφή κοινωνικότητας και κοινωνικής δομής, λόγω της πληθώρας των επικοινωνιακών μέσων αλλά και τον πολλαπλασιασμό των χρηστών και δεκτών αυτής της επικοινωνίας, που αποτελεί τη δεύτερη κατεύθυνση που μπορεί να πάρει ο ανθρωπολογικός ή κοινωνικός προσανατολισμός της διαδραστικής αρχιτεκτονικής, όπως είχε διαχωριστεί από τους Kemp και Fox.

Η τρίτη πτυχή που διακρίνεται στην επίλυση των ανθρωπολογικών ζητημάτων από την διαδραστική αρχιτεκτονική, είναι η ανταπόκριση στις ανάγκες των χρηστών της. Η κατεύθυνση αυτή περιλαμβάνει ένα μεγάλο πλήθος διαφορετικών περιπτώσεων, που δεν εντάσσονται όλες στον τομέα αυτό των ανθρωπολογικών και κοινωνικών ζητημάτων. Η διάκριση αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι ορισμένες ανάγκες των χρηστών ικανοποιούνται έπειτα από την προσαρμογή του κτιρίου στο περιβάλλον του και στις περιβαλλοντικές συνθήκες. Αυτό αναφέρουν και οι Sterk, Hoberman και Spiller, που υποστηρίζουν ότι με την προσαρμογή του κτιρίου στο περιβάλλον δημιουργούνται στο εσωτερικό του καλύτερες συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας, φυσικού φωτισμού κ.ά. Για το λόγο αυτό, οι ανάγκες αυτές εντάσσονται στην παρούσα μελέτη στη δεύτερη κύρια κατεύθυνση της διαδραστικής αρχιτεκτονικής, που δεν είναι άλλη από τη λύση των περιβαλλοντικών ζητημάτων.

Οι ανάγκες που επιλύει η διαδραστική αρχιτεκτονική και έχουν σχέση με την πρώτη κατηγορία του κοινωνικού σχεδιασμού και της επίλυσης ανθρωπολογικών ζητημάτων είναι ανάγκες κυρίως ευαίσθητων κοινωνικών ομάδων ή λειτουργικές ανάγκες. Μέσω της διαδραστικής αρχιτεκτονικής, μπορούν να παραχθούν λύσεις που να αποτελούν βοήθημα για ηλικιωμένους ή άτομα με ειδικές ανάγκες και κινητικές δυσλειτουργίες. Μία άλλη έκφανση είναι η δημιουργία χώρων εκπαιδευτικού περιεχομένου για παιδιά, που μέσω της διάδρασης του χώρου θα μπορέσουν να οξύνουν τα ένστικτα και τις ικανότητές τους.

3.2.1.ii Περιβαλλοντικά Ζητήματα στο Διαδραστικό Σχεδιασμό

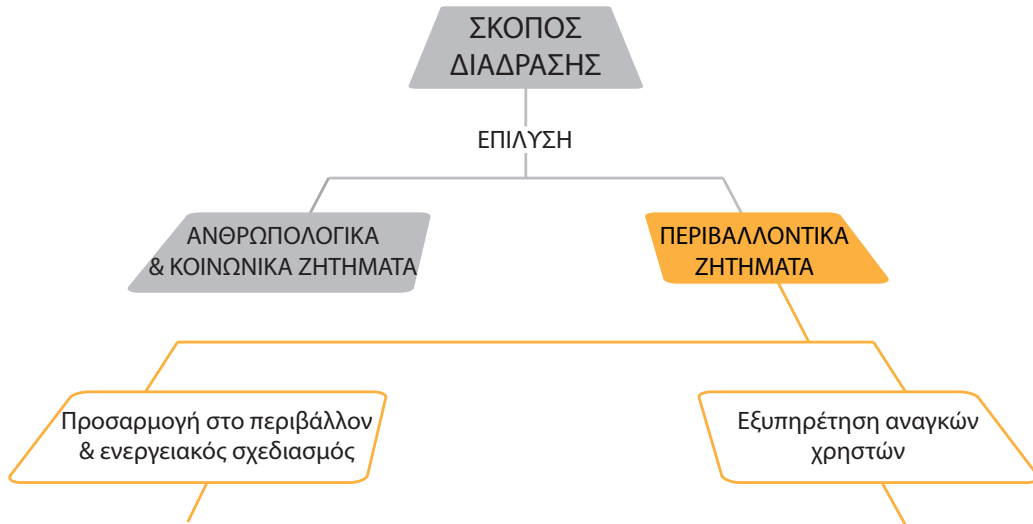
Η δεύτερη κατεύθυνση, σύμφωνα με τον ορισμό των Kemp και Fox, είναι η επίλυση περιβαλλοντικών ζητημάτων με τη βοήθεια της διαδραστικής αρχιτεκτονικής. Η τάση αυτή για προσαρμογή του αρχιτεκτονήματος στο περιβάλλον έχει τις ρίζες της στην οργανική θεωρία που είχε αναπτυχθεί τη δεκαετία του '60 με σκοπό τη μίμηση και την παρατήρηση της φύσης, από την οποία είχαν εμπνευστεί και ακολουθήσει και αρκετοί cyberneticians. Επίσης, στην κατεύθυνση αυτή συμβάλλει η ολοένα αυξανόμενη υιοθέτηση της οικολογικής συνείδησης και η αποδοχή του οικολογικού μηνύματος, για τη διάσωση της φύσης και του πλανήτη, καθώς και της εξοικονόμησης ενέργειας και φυσικών πόρων, τα διαθέσιμα αποθέματα των οποίων διαρκώς μειώνονται.

Η εξοικονόμηση ενέργειας, ειδικά σε περιόδους οικονομικής κρίσης, γίνεται αυτοσκοπός για πολλές αρχιτεκτονικές προτάσεις. Απάντηση σε μία ορθότερη σχεδιαστική προσέγγιση σε αυτό το ζήτημα δίνει η διαδραστική και η προσαρμοστική αρχιτεκτονική. Όπως εκφράζεται μέσα από τους ορισμούς των Sterk, Hoberman και Spiller, καθώς και όσα ειπώθηκαν στο συνέδριο του Building Centre στο Λονδίνο, το αρχιτεκτόνημα αισθάνεται και επεξεργάζεται συνεχώς δεδομένα από το περιβάλλον του και τις συνθήκες που επικρατούν, όπως κλιματολογικά στοιχεία και καιρικές συνθήκες, και προσπαθεί, πάντα σε πραγματικό χρόνο, να ανταποκριθεί σε αυτά, μεταβάλλοντας το σχήμα, τη μορφή του, το χρώμα ή ακόμη και τη χημική σύσταση των υλικών που το απαρτίζουν. Αυτό επιτυγχάνεται είτε συνολικά από όλο τον όγκο του κτιρίου, είτε από προσαρμοστικές κατασκευές σε κάποιες από τις εξωτερικές του επιφάνειες, που ονομάζονται «δυναμικές προσόψεις». Την τελευταία περίπτωση δεν υποστηρίζει βέβαια ο Sterk που πιστεύει ότι η προσαρμογή / ανταπόκριση πρέπει να γίνεται από το σύνολο του κτιρίου, και πάνω σε αυτό να στηρίζεται ο σχεδιασμός του αρχιτεκτονήματος, και όχι να λαμβάνεται υπ' όψιν εκ των υστέρων.

Η κατεύθυνση, λοιπόν, αυτή του περιβαλλοντικού σχεδιασμού χωρίζεται σε δύο υποενότητες που συχνά, όμως, είναι αλληλένδετες. Η πρώτη αφορά, όπως έχει ήδη αναφερθεί, την εξυπηρέτηση αναγκών των χρηστών, οι οποίες όμως έχουν άμεση συνάρτηση τις συνθήκες του περιβάλλοντος, όπως την τιμή της θερμοκρασίας. Ο περιβαλλοντικός, λοιπόν, σχεδιασμός πρέπει να λαμβάνει πάντα υπ' όψιν ως μία ακόμη μεταβλητή τις ανάγκες των χρηστών, που συχνά μπορεί να είναι αντικρουόμενες με τη βέλτιστη ενεργειακή προσαρμογή, καθώς θίγονται οι ζώνες άνεσής τους.

Υφίσταται, όμως, μία ακόμη οπτική στο θέμα. Ο χρήστης, παρατηρώντας την αλληλε-

Κατηγοριοποίηση της Διαδραστικής Αρχιτεκτονικής σύμφωνα με το Σκοπό Διάδρασης



1. Προσαρμογή του κτιρίου στις περιβαλλοντικές συνθήκες με στόχο τη βέλτιστη ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου (energy efficient building).

2. Προσαρμογή του κτιρίου στις περιβαλλοντικές συνθήκες με στόχο την αύξηση της διάρκειας ζωής του κτιρίου. Αντιμέτωπιση π.χ. σεισμικών δονήσεων, φορτίων ανέμων, φθορών από υγρασία (performance - based architecture).

Ο καθορισμός των ζωνών άνεσης των χρηστών βρίσκεται σε άμεση συνάρτηση με τις συνθήκες του περιβάλλοντος

Ρύθμιση συνθηκών όπως π.χ. επίπεδα φυσικού φωτισμού, εσωτερική θερμοκρασία, επίπεδα υγρασίας, ποιότητα αέρα.

πίδραση του κτιρίου με το περιβάλλον και στην συνέχεια με τον ίδιο, μπορεί να αναπτύξει μία στενότερη σχέση με αυτό και να κατανοήσει, επίσης, καλύτερα τις διαδικασίες που συμβαίνουν εκεί, όπως και την έννοια του ευαίσθητου και ενιαίου οικοσυστήματος. Υπάρχει, λοιπόν, μία εκπαιδευτική πτυχή και προσπάθεια για την δημιουργία ευαίσθητων χρηστών, ενεργειακά και οικολογικά.

Η δεύτερη υποενότητα σχετίζεται καθαρά με την προσαρμογή του κτιρίου σε περιβαλλοντικές επιδράσεις που επηρεάζουν την ενεργειακή του συμπεριφορά, αλλά και τη διάρκεια ζωής του. Έχουμε, λοιπόν, μία performance-based αρχιτεκτονική η οποία εκτός των ενεργειακών της αποτελεσμάτων, επικεντρώνεται και σε στατικά ζητήματα, όπως η αντιμετώπιση σεισμικών δονήσεων και φορτίων ανέμων, ζητημάτων υγρασίας κ.ά., και αντιμετωπίζει ό,τι μπορεί να προκαλέσει στο κτίριο φθορές, π.χ. με την ύπαρξη αυτοθεραπευόμενων υλικών. Σε αυτή την κατεύθυνση προσανατολίζονται όσοι ακολουθούν τις αρχές της προσαρμοστικής και ανταποκρινόμενης αρχιτεκτονικής, όπως φαίνεται και από τους ορισμούς των Sterk, Hoberman, Spiller, Menges και Hensel.

3.2.2 Κατηγοριοποίηση της Διαδραστικής Αρχιτεκτονικής σύμφωνα με τα Μέσα Διάδρασης

Προχωρώντας στο δεύτερο κριτήριο κατηγοριοποίησης της διαδραστικής αρχιτεκτονικής, καλούμαστε να απαντήσουμε στην ερώτηση του ποια είναι τα μέσα που συμβάλλουν στην υλοποίησή της. Ανατρέχοντας στους ορισμούς των Kemp & Fox, Oosterhuis, Sterk, Kretzer, Spiller, στο περιεχόμενο του London Conference, αλλά και στο έργο του Hoberman, παρατηρούμε ότι τα στοιχεία που απαρτίζουν αυτού του είδους την αρχιτεκτονική και την καθιστούν εφαρμόσιμη είναι ο συνδυασμός ή η σύγκλιση των ενσωματωμένων υπολογιστικών συστημάτων με την αρχή της κινηματικής, είτε αυτά πρόκειται για μηχανικά μέρη είτε για χρήση έξυπνων βιομιμητικών υλικών.

Το στοιχείο που χαρακτηρίζει αυτή την κατηγοροποίηση είναι η μετατόπιση από το μηχανικό μοντέλο και τη λογική, στο βιολογικό μοντέλο, ως μέσο διάδρασης και προσαρμογής. Η αλλαγή που υπόκειται τα μηχανικά μέρη είναι κυκλική, χωρίς εξέλιξη, καθώς τα στοιχεία τους πραγματοποιούν επαναλαμβανόμενες κινήσεις, σύμφωνα με ένα προκαθορισμένο μοτίβο. Αυτό που καθιστά ξεχωριστό το βιολογικό μοντέλο είναι το γεγονός ότι παρουσιάζει αναπτυξιακές προοπτικές και συμπεριφορές αυτοοργάνωσης, μιμούμενο τη φύση. Η οργανική θεωρία που το ακολουθεί αναδύεται από τη φύση, δημιουργώντας περιβάλλοντα που διαθέτουν εξελικτικά μοντέλα, τα οποία παράγουν μορφές ανάπτυξης και στρατηγικές συμπεριφοράς, σε συνάρτηση πάντα με τις εκάστοτε συγκυρίες και συνθήκες που επικρατούν.

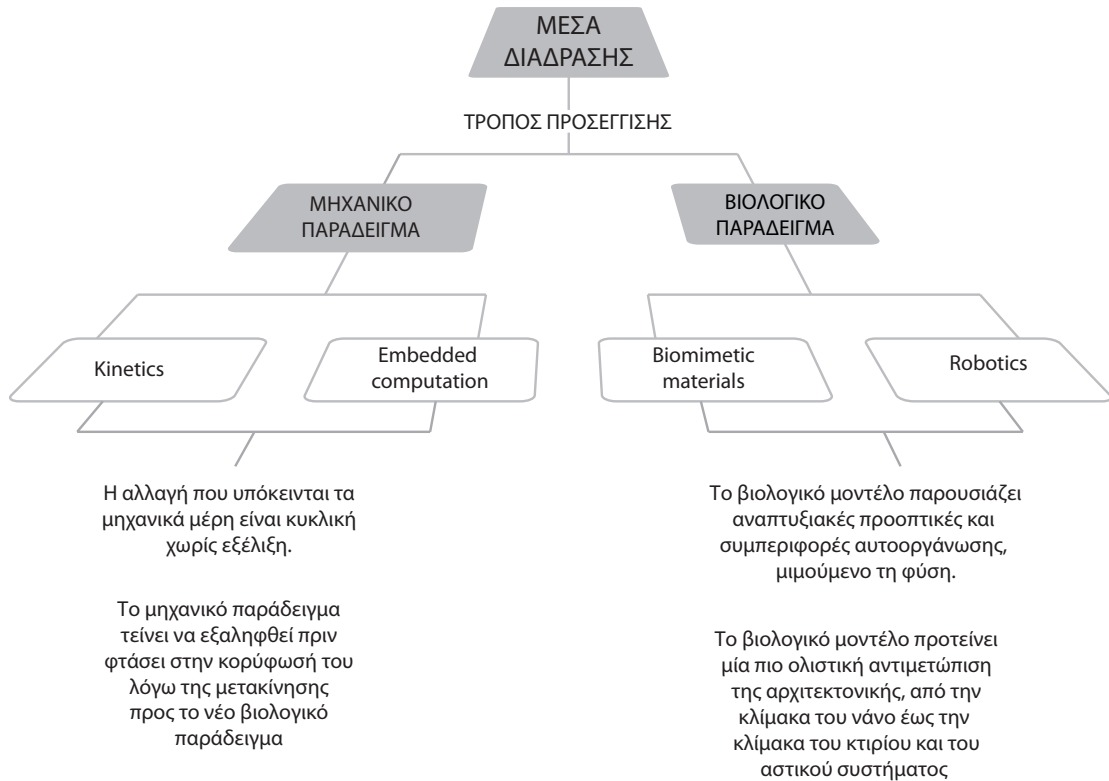
Το οργανικό / βιολογικό παράδειγμα επιδρά στον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε το περιβάλλον, και ως συνέπεια τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζουμε σε αυτό. Ως αποτέλεσμα, το οργανικό παράδειγμα της κινητικής προσαρμογής έχει οδηγήσει στη δημιουργία μίας σειράς καινοτομιών, που αφορούν τους τομείς της ρομποτικής και των νέων υλικών. Αυτό φέρει ως συνέπεια την εμβάθυνση της προσαρμογής, τη μετατροπή της σε πιο ολιστική και τη δράση της σε πολύ μικρή εσωτερική κλίμακα.

Η τεχνολογία παρουσιάζει πια νέα δεδομένα στον τομέα των φυσικών μηχανισμών σε μικροσκοπική κλίμακα, όπως επίσης στην παραγωγή υψηλής ποιότητας μηχανικών μερών, με τη χρήση νέων υλικών όπως ίνες, υφάσματα, κεραμικά, πολυμερή και τζελ, νέων χημικών ενώσεων και σύνθετων υλικών, με ικανότητες επιστροφής στο αρχικό τους σχήμα (shape-memory alloys). Επίσης, στην ίδια κατεύθυνση, δεν πρέπει να παραλείψουμε τη δημιουργία δομών και συστημάτων που λειτουργούν σε μικρότερο επίπεδο (nano-). Τα υλικά που παράγονται με τη χρήση νανοτεχνολογίας παρουσιάζουν συμπεριφορές αίσθησης και δράσης χω-

ρίς τη χρήση ενσωματωμένων υπολογιστικών συστημάτων (self-sensing και self-actuating) για να βελτιώσουν χαρακτηριστικά όπως η αντοχή, η αξιοπιστία και η απόδοση. Ο συνδυασμός, λοιπόν, της ρομποτικής, των νέων υλικών και της ναυτεχνολογίας ανοίγει νέες προοπτικές στην εξέλιξη της διαδραστικής αρχιτεκτονικής.

Οι αρχιτέκτονες που ασχολούνται αυτήν τη στιγμή με τη διάδραση και την προσαρμογή στην αρχιτεκτονική χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: σε εκείνους που εξακολουθούν να έχουν μία μηχανική προσέγγιση στο έργο τους και σε αυτούς που υιοθετούν το νέο παράδειγμα, όπως οι Menges, Hensel και Kretzer. Όλοι, όμως, αναγνωρίζουν τη δυναμική των νέων υλικών και της μελέτης των δομών της φύσης και προσπαθούν να τα εντάξουν προοδευτικά στο έργο τους. Ο Kas Oosterhuis, χαρακτηριστικά, χρησιμοποιεί συστήματα ρομποτικής (pseudo pneumatic muscles) που έγιναν δυνατά με την ανάπτυξη νέων υλικών, ενώ ο Sterk, για τη δημιουργία των tensegrity systems, δανείζεται μορφές από την φύση. Το όρια μεταξύ μηχανικού και βιολογικού παραδείγματος αρχίζουν να καταρρίπτονται.

Κατηγοριοποίηση της Διαδραστικής Αρχιτεκτονικής σύμφωνα με τα Μέσα Διάδρασης



3.2.3 Διαφορετικές Κατηγορίες Ελέγχου και Συντονισμού Διαδραστικών Συστημάτων

Το τρίτο κριτήριο κατηγοριοποίησης της διαδραστικής και προσαρμοστικής αρχιτεκτονικής αποτελεί ο τρόπος που ελέγχονται και συντονίζονται οι διαδραστικές διαδικασίες. Το ρόλο αυτόν του εγκεφάλου που ελέγχει όλες τις δραστηριότητες, είτε αντίληψης συνθηκών, κινήσεων, συμπεριφορών, είτε επεξεργασίας και συντονισμού κινήσεων, τον παίζουν τα ενσωματωμένα υπολογιστικά συστήματα (embedded computation). Τα συστήματα αυτά ενσωματώνονται σε μηχανικά μέρη (kinetics), είτε αφομοιώνονται πλήρως από τη σύσταση ορισμένων έξυπνων υλικών, ή, σε ακραίες περιπτώσεις, κρίνεται μη απαραίτητη η ύπαρξή τους, λόγω των ικανοτήτων αίσθησης και ενεργοποίησης που διαθέτουν έμφυτα κάποια νέα προσαρμοστικά υλικά.

Τα ενσωματωμένα υπολογιστικά συστήματα που αποτελούνται από αισθητήρες, μικροπεξεργαστές και ενεργοποιητές δράσης (sensors, microprocessors, actuators), οργανώνονται σε συστήματα που έχουν σχέση με την αίσθηση των περιβαλλοντικών συνθηκών, των αντιδράσεων του χρήστη και της λήψης εντολών από αυτόν. Συγκεκριμένα, στην τρίτη αυτή κατηγοριοποίηση, θα επικεντρωθούμε πρώτον στο αν τα υπολογιστικά συστήματα λειτουργούν αυτόνομα ή δέχονται επιδράσεις στη λήψη αποφάσεων και επεξεργασίας πληροφορίας από το χρήστη, όπως επισημαίνει και ο Spiller στον ορισμό του για την προσαρμοστική αρχιτεκτονική. Δεύτερον, θα εξετάσουμε πώς αυτά τα υπολογιστικά συστήματα είναι καταναμημένα και ιεραρχημένα στο αρχιτεκτόνημα, και ποια είναι η λογική του καθενός.

Στη διαδραστική αρχιτεκτονική, έτσι όπως εκφράζεται από τον Oosterhuis, αλλά και από τους Haque, Kretzer, Fox και Kemp, οι όποιοι δημιουργούν χωρικά δρώμενα, ο χρήστης έχει ενεργό ρόλο στη διαδικασία επεξεργασίας και παραγωγής του τελικού αποτελέσματος. Έχουμε, λοιπόν, μία διαρκή επικοινωνία χρήστη – αισθητήρων – μικροεπεξεργαστών – ενεργοποιητών, και ξανά χρήστη. Η ανταπόκριση στα ερεθίσματα που λαμβάνονται από το χρήστη δεν ενεργοποιεί μία τυποποιημένη, άρα αυτοματοποιημένη, σειρά αντιδράσεων από το κτίριο. Αντίθετα, το κτίριο αντιδρά κάθε φορά διαφορετικά, αντλώντας πληροφορίες από ήδη προηγούμενες αποθηκευμένες διαδραστικές δραστηριότητες. Η διάδραση εδώ είναι μία ανοικτή διαδικασία, με μη καθορισμένο αποτέλεσμα και ενεργή συμμετοχή των δύο μερών: χρήστη και κτίριο.

Μία διαφορετική διαδικασία επεξεργασίας και ανταπόκρισης των δεδομένων επικρα-

τεί στο κομμάτι της προσαρμοστικής αρχιτεκτονικής, που σχετίζεται με την ανταπόκριση στις περιβαλλοντικές συνθήκες και την προσαρμογή στο κλίμα. Ο ρόλος του χρήστη σε αυτή την περίπτωση περιορίζεται. Το κτίριο έχει την δυνατότητα να λαμβάνει και να επεξεργάζεται δεδομένα χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση στη διαδικασία, και στη συνέχεια να προβαίνει αυτόματα και αυτόνομα στις κατάλληλες προσαρμοστικές δράσεις – κινήσεις. Ο ρόλος του χρήστη, όπου αυτός είναι ορατός, περιορίζεται στη ρύθμιση των συνθηκών άνεσης προς ικανοποίηση των αναγκών του, οι οποίες επηρεάζονται από τις εξωτερικές περιβαλλοντικές συνθήκες.

Τα δύο αυτά μοντέλα της αυτοματοποιημένης διαδικασίας και της ενεργής παρέμβασης του χρήστη αναφέρονται για πρώτη φορά ως διαφορετικές λύσεις του ίδιου προβλήματος, από τους Andrew Rabeneck και Yona Friedman, τη δεκαετία του '70. Ο πρώτος, για να αναπτύξει την ευελιξία στην αρχιτεκτονική, προτείνει ένα αυτοματοποιημένο σύστημα που θα προβλέπει τις ανάγκες του χρήστη και του ίδιου του κτιρίου, αυξάνοντας τον ορίζοντα της ζωής του. Το σύστημα αυτό στηρίζεται σε μία συνεχή ανατροφοδότηση δεδομένων μεταξύ χρήστη, περιβάλλοντος και ηλεκτρονικών συστημάτων. Το αυτοματοποιημένο μοντέλο αποτελεί μία μηχανιστική προσέγγιση και θεωρείται ικανό να παράγει από μόνο του απλές λογικές αποκρίσεις. Αντίθετα, το μοντέλο του Friedman στηρίζεται στην παρέμβαση του χρήστη και στον άμεσο χειρισμό του συστήματος. Ο χρήστης επεμβαίνει στο αποτέλεσμα της διαδικασίας εξαγωγής δεδομένων, χωρίς τη χρήση αυτοματισμών. Το αρχιτεκτόνημα, στην περίπτωση αυτή, αποτελείται από δύο διασυνδεδεμένα μέρη: το υλικό, hardware, και το λογισμικό, software. Ο χρήστης αποκτά άμεση πρόσβαση στο λογισμικό αλλάζοντας παράλληλα και τα υλικά μέρη του κτιρίου.

Η άλλη πτυχή στην τελευταία αυτή κατηγοριοποίηση της διαδραστικής αρχιτεκτονικής αφορά τη γεωμετρία και την ιεράρχιση των ενσωματωμένων υπολογιστικών συστημάτων. Εντοπίζονται τρεις κύριες μορφές ιεράρχησης, οι οποίες μπορούν να εμφανιστούν και σε διάφορες παραλλαγές. Οι δύο από τις τρεις αυτές μορφές είναι προγενέστερες και εντοπίζονται στα δύο διαφορετικά μοντέλα των Rabeneck και Friedman.

Στο μοντέλο του Friedman ο έλεγχος, η ανίχνευση και η επεξεργασία των δεδομένων κατανέμεται σε χιλιάδες συσκευές χαμηλών δυνατοτήτων επεξεργασίας (low level devices), οι οποίες λειτουργούν παράλληλα και ακολουθούν απλούς κανόνες. Οι συσκευές αυτές λειτουργούν ως σύνολο σε μία αυτοματοποιημένη διαδικασία και κάθε συσκευή αποτελεί ισότιμο κομμάτι του συνόλου με οποιαδήποτε άλλη. Αντίθετα, το προσανατολισμένο στο χρήστη

μοντέλο του Friedman αποτελείται από λίγες στον αριθμό συσκευές, με υψηλές ικανότητες επεξεργασίας, ανίχνευσης δεδομένων και επικοινωνίας με το χρήστη. Στο μοντέλο αυτό οι συσκευές ιεραρχούνται ανάλογα με τη σπουδαιότητα της λειτουργίας τους, καταλήγοντας σε ένα μοντέλο όπου επικρατεί ένας κεντρικός έλεγχος.

Η σύγκλιση αυτών των δύο μοντέλων οδήγησε σε ένα νέα υβριδικό μοντέλο, που αποτελεί την τρίτη μορφή ιεράρχησης. Το μοντέλο αυτό συνδυάζει τις ικανότητες αυτορρύθμισης των συστημάτων αλλά και το συμμετοχικό ρόλο του χρήστη του δεύτερου μοντέλου. Ο λόγος που οδήγησε στην ανάπτυξη αυτού του υβριδικού μοντέλου ήταν η ανάγκη για επεξεργασία των δεδομένων από το περιβάλλον και την ανθρώπινη συμπεριφορά σε πραγματικό χρόνο. Στο μοντέλο αυτό γίνεται χρήση τόσο low-level προσαρμοστικών συσκευών όσο και high-level. Οι πρώτες είναι κατανεμημένες στο σύνολο του κτιρίου και είναι υπεύθυνες για την ανίχνευση και επεξεργασία των δεδομένων που προέρχονται από το περιβάλλον, αποστέλλοντας δεδομένα στις συσκευές υψηλής προσαρμοστικότητας, οι οποίες συντονίζουν τις ενέργειες των προηγούμενων, αλλά είναι παράλληλα υπεύθυνες για την επικοινωνία και παρατήρηση του χρήστη.

Ένας ακόμη ρόλος των συσκευών χαμηλής προσαρμοστικότητας είναι η ανάπτυξη συνδέσεων – επικοινωνίας με αντίστοιχες συσκευές χαμηλής προσαρμοστικότητας των γειτονικού κτιστού περιβάλλοντος. Δημιουργείται, έτσι, ένα ιεραρχημένο δίκτυο που διευκολύνει τη ροή και επεξεργασία της εισερχόμενης και εξερχόμενης πληροφορίας. Το υβριδικό αυτό μοντέλο υιοθετεί κυρίως ο Sterk για την δημιουργία μίας νέας μορφής ανταποκρινόμενων συστημάτων, αλλά έχει χρησιμοποιηθεί επίσης σε μεγάλο βαθμό σε τομείς όπως η ρομποτική, σε συστήματα τεχνητής νοημοσύνης και διαδραστικές κατασκευές.

Μία μετατροπή του μοντέλου του Rabeneck προτείνει ο Kas Oosterhuis, αλλά και αρκετοί που ακολουθούν το Νέο Παράδειγμα (βιολογικό παράδειγμα), υιοθετώντας τη χρήση πολλών μικρών συσκευών σε διάφορα σημεία του κτιρίου αλλά και ολόκληρου του αστικού περιβάλλοντος, τα οποία ακολουθούν απλούς κανόνες, οδηγώντας όμως όλα μαζί στην ανάδυση πολύπλοκων συστημάτων. Η αρχή αυτή στηρίζεται εξ' ολοκλήρου στη Θεωρία του Σμήνους του Oosterhuis. Η διαδικασία, αυτή τη φορά, δεν είναι αυτοματοποιημένη, όπως στην περίπτωση του Rabeneck, αλλά απρόβλεπτη και ανοικτή, διευκολύνοντας τη διάδραση κτιρίου – χρήστη – περιβάλλοντος.



4 design process - κατασκευαστική διαδικασία





4. DESIGN PROCESS – ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

4.1 Εισαγωγή

Υπό το πρίσμα της Μεταβλητότητας, σκόπιμο είναι να μελετηθούν οι τρόποι μέσω των οποίων τα έργα σχεδιάζονται και κατασκευάζονται. Οι τεχνικές διαδικασίες οι οποίες χρησιμοποιούνται για την πραγματοποίηση των διαδραστικών έργων ποικίλλουν σε αριθμό, αναδεικνύοντας τόσο την εξέλιξη της τεχνολογίας, όσο και το εύρος της θεωρητικής μελέτης. Η ανάλυση που ακολουθεί στοχεύει στην εμβάθυνση συγκεκριμένων διαδικασιών και τεχνικών που χρησιμοποιούνται συχνότερα.

4.2 Ιστορικό Πλαίσιο

Η γενικότερη, αλλά και μεγαλύτερη, εξέλιξη που επήλθε στη σύγχρονη αρχιτεκτονική είναι η μετάβαση από το σχέδιο με παραλληλογράφο στο σχεδιαστήριο στο σχέδιο μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή. Ο ηλεκτρονικός σχεδιασμός, ποικιλότροπος ανάλογα με τις ανάγκες του σχεδιαστή, επιτρέπει, κυρίως, την επίτευξη ακρίβειας στο σχέδιο, όπως και τη δυνατότητα για απεριόριστες διορθώσεις, τη δημιουργία πολλαπλών αντιγράφων και την προσθαφαίρεση επιστρώσεων πολλαπλής ανάγνωσης ενός αρχείου.

Μελετώντας και αναλύοντας πληθώρα υπολογιστικών σχεδιαστικών προγραμμάτων, παρατηρείται ότι αυτά υπάγονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, όπου η πρώτη αφορά τα σχεδιαστικά προγράμματα C.A.D. (Computer Aided Design) που προσφέρουν τη δυνατότητα 2D ή 3D σχεδίων γεωμετρικής αναπαράστασης. Αντιστοιχούν καθαρά στο σχέδιο με παραλληλογράφο στο σχεδιαστήριο, όπου το σύνολο γεωμετρικών σχημάτων αναπαριστά το τελικό σχεδιαζόμενο στοιχείο. Παράδειγμα τέτοιας εφαρμογής είναι το γνωστό AutoCAD.

Από την άλλη, υπάρχει η κατηγορία των προγραμμάτων κατασκευής, ή προγραμμάτων μορφογένεσης, όπως το ArchiCAD. Αυτά δεν προσφέρουν μόνο τη δυνατότητα γραμμικού σχεδίου, αλλά λειτουργούν κυρίως με την εισαγωγή έτοιμων 3D ή 2D στοιχείων, όπως τοίχων, κουφωμάτων και κλιμάκων. Πλέον, έχουμε να κάνουμε με ψηφιακή μορφογένεση συνόλων, και όχι σχεδιασμό τους υπό το σύνολο γεωμετρικών σχημάτων. **Μάλιστα, τα συ-**

γκεκριμένα προγράμματα προσφέρουν δυνατότητες όπως ο απευθείας σχεδιασμός σχεδίων τομών και όψεων, η επιλογή συγκεκριμένων υλικών που επικαλύπτονται στις επιφάνειες, κ.ά.

Πιο κοντά στη δεύτερη κατηγορία, αλλά με εμφανή στοιχεία της πρώτης, υπάγονται τα τρισδιάστατα σχεδιαστικά προγράμματα (3D Studio Max, Maya κ.λπ.). Σ' αυτά υπάρχει μεν η δυνατότητα απευθείας «σχεδιασμού» γεωμετρικών σχημάτων, π.χ. κύβων, σφαιρών, πρισμάτων, αλλά παρέχεται η δυνατότητα εφαρμογής φυσικών και κατασκευαστικών «πεδίων» όπως η βαρύτητα, η τριβή, η συνύπαρξη ενός υλικού με ένα άλλο, κ.λπ. Σε άλλα (Rhinoceeros) υπάρχει συνδυασμός γραμμικού σχεδίου (σε δύο ή τρεις διαστάσεις) με εφαρμογές που οδηγούν στην προετοιμασία του μοντέλου για κατασκευή (τρόποι που θα αναλυθούν παρακάτω).

Ταυτόχρονα, σε αυτά τα προγράμματα υφίσταται ο «ψηφιακός χώρος», (3D+++), ο οποίος «ακολουθεί τους δικούς του κανόνες, επιτρέπει την ύπαρξη στοιχείων που υπόκεινται τόσο στις αρχές της ευκλείδειας γεωμετρίας όσο και σε αυτές της τοπολογίας». ¹

Τα μεγάλα αρχιτεκτονικά γραφεία κάνουν συνδυασμούς αναλυτικών παραδοσιακών τεχνικών μεθόδων με ψηφιακά υπολογιστικά συστήματα. Για παράδειγμα, η σύλληψη της ιδέας είναι δυνατόν να επιτευχθεί με σκίτσα ή φυσικά μοντέλα, τα οποία μετά από ψηφιακή σάρωση θα υφίστανται στον ψηφιακό κόσμο. Το σχέδιο ή το φυσικό μοντέλο αναπαράγεται τρισδιάστατα και υπόκειται την ίδια επεξεργασία, όπως εάν είχε δημιουργηθεί εξ' ολοκλήρου στον υπολογιστή.

Η εξέλιξη των τρισδιάστατων σχεδιαστικών προγραμμάτων οδήγησε στην εξέλιξη, εκτός της αρχιτεκτονικής, και του κινηματογράφου, των ηλεκτρονικών παιχνιδιών, αλλά και χώρων όπως ο σχεδιασμός κοσμήματος, η αεροναυπηγική και η αυτοκινητοβιομηχανία. Τα παραπάνω προγράμματα, χάρη στις απεριόριστες δυνατότητές τους, είναι ο κύριος τρόπος δημιουργίας νέων κινηματογραφικών ταινιών, ειδικών εφέ και ψηφιακών παιχνιδιών.

Τα ψηφιακά προγράμματα, ανεξάρτητα από το σκοπό για τον οποίο τα επιτεύγματά τους είναι προορισμένα, έχουν την υποχρέωση να παράγουν ένα νέο «ψηφιακό» κόσμο, μια νέα «ψηφιακή πραγματικότητα». Εκτός του τρισδιάστατου σχεδιασμού, οι νέες τεχνολογίες έχουν οδηγήσει στη δημιουργία 4D και 5D κόσμων, φτιαγμένων πάντα από υπολογιστικά συστήματα.

Σύμφωνα με εκτεταμένες επιστημονικές απόψεις, ο χρόνος αναφέρεται ως τέταρτη διάσταση και λαμβάνεται υπ' όψιν στην 4D κατασκευή. Το ψηφιακό μοντέλο είναι «ενεργό», και ο χρήστης μπορεί πλέον να περιηγηθεί σε αυτό, δαπανώντας τον κατάλληλο χρόνο

και παρακολουθώντας τι συμβαίνει κατά τη διάρκεια της περιπλάνησής του. Μάλιστα, η περιήγηση στο ψηφιακό μοντέλο εκφράζεται ήδη από τα τέλη της δεκαετίας του '90, περίοδος όπου αναπτύσσεται ήδη ο ηλεκτρονικός σχεδιασμός.

Λιγότερο εκτεταμένες είναι οι απόψεις που εκφράζονται για την πέμπτη διάσταση, η οποία, σημείο των καιρών μας, έχει οριστεί στη βιβλιογραφία, εκτός των άλλων, ως το κόστος, ορίζοντας το σχήμα:

$$5D = 3D + \text{χρόνος} + \text{κόστος}^2$$

Ανάλογα με το αρχιτεκτονικό έργο, τον τρόπο κατασκευής και το ψηφιακό πρόγραμμα, ο ηλεκτρονικός σχεδιασμός C.A.D. εξελίσσεται από δισδιάστατος σε πολυδιάστατος (ν-διαστάσεις), και αυτό συμβαίνει ήδη από την προηγούμενη δεκαετία.

Παρόμοιες δυνατότητες προσφέρουν τα κατασκευαστικά προγράμματα Εικονικής Πραγματικότητας (Virtual Reality). Η επαφή του χρήστη με το αρχιτεκτονικό έργο οδηγείται από το «πώς το βλέπεις;» στο «πώς το αισθάνεσαι; πώς το ακούς;». Η εικονική πραγματικότητα επιτρέπει στο χρήστη να περιηγηθεί μέσα στο έργο, και για αυτόν το λόγο είναι, αυτήν τη στιγμή, ευρέως διαδεδομένη. Εξάλλου, οι τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις βοηθούν τους αρχιτέκτονες ακόμα και στις παρουσιάσεις έργων και στην επικοινωνία τους με άλλους συμμετέχοντες του σχεδιασμού.

Ένα βήμα πιο ψηλά από την Εικονική Πραγματικότητα βρίσκεται η «Επαυξημένη Πραγματικότητα» (Augmented Reality), στην οποία υπάρχουν ευρύτερες οπτικές και τεχνικές που έχουν να κάνουν με την κατασκευή μοντέλου, τις ψηφιακές τεχνολογίες και την επικοινωνία ψηφιακού μοντέλου – σχεδιαστή – συμμετέχοντα στο έργο.³

Τα αποτελέσματα του χώρου που προκύπτει από την Εικονική Πραγματικότητα, μπορούν με τη σειρά τους να χωριστούν σε δύο κατηγορίες. Στην πρώτη εντάσσονται τα έργα τα οποία ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα και είναι παρόμοια με τον πραγματικό κόσμο, ενώ στη δεύτερη τα έργα τα οποία προκύπτουν καθαρά από τη δημιουργικότητα και τη φαντασία του σχεδιαστή. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της πρώτης κατηγορίας είναι τα προγράμματα προσομοίωσης πτήσεων, ενώ της δεύτερης τα ψηφιακά ηλεκτρονικά παιχνίδια.

Αξιοσημείωτο είναι, ότι τα ηλεκτρονικά παιχνίδια, σχεδιασμένα με την εικονική πραγματικότητα έχουν αναπτυχθεί σύμφωνα με τις αρχές της προσαρμοστικής προσέγγισης στην αρχιτεκτονική, και μπορούμε να συνεπάγουμε ότι αποτελούν έναν ευρύ προσαρμόσιμο κόσμο. Τα παιχνίδια ανταποκρίνονται σε εντολές και κινήσεις μέσα και έξω από το σύστημα,

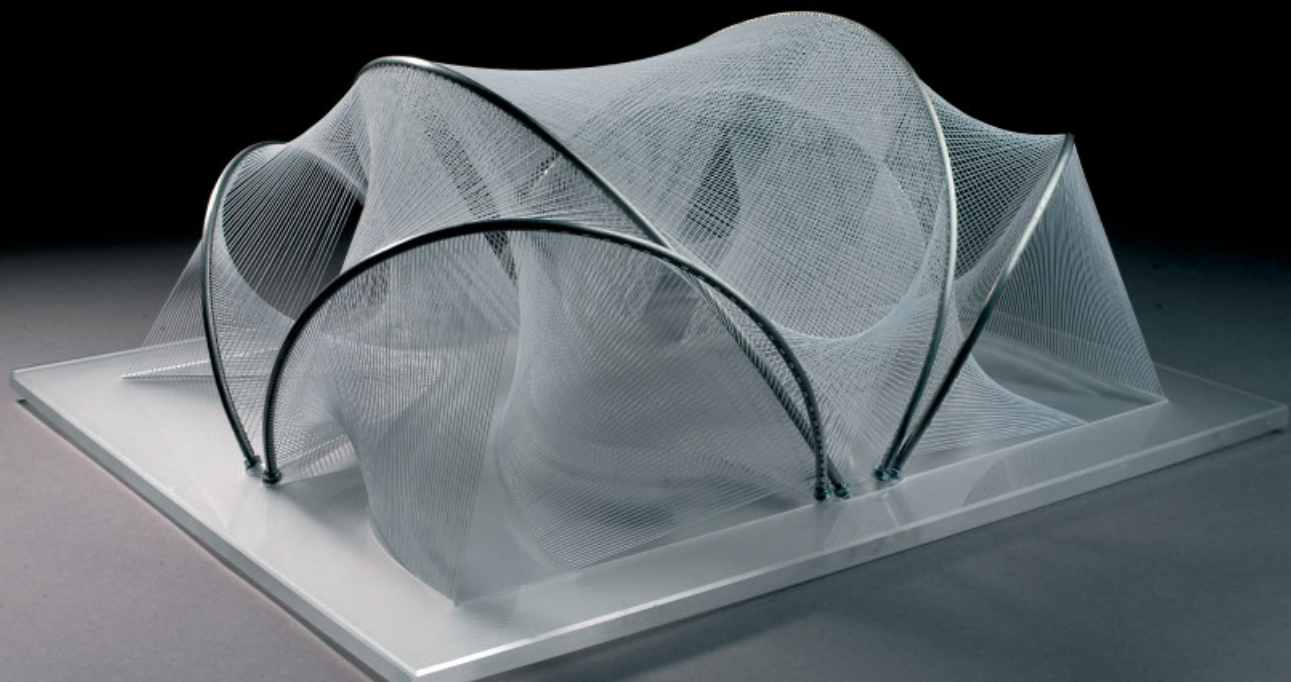


ψηφιακή πραγματικότητα - virtual reality
επαυξημένη πραγματικότητα - augmented reality

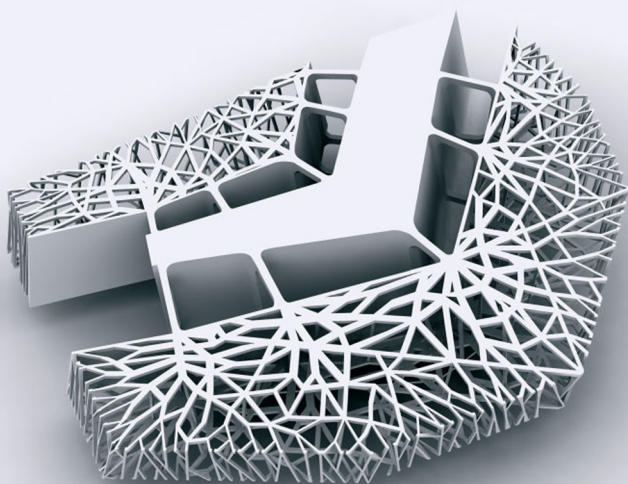


σε επιλογές του χρήστη, σε καταστάσεις που δημιουργούνται μέσα στον ίδιο τον ψηφιακό κόσμο, κ.λπ.

Με παρόμοια λογική, οι χώροι της Ψηφιακής Πραγματικότητας, με συσκευές εισροής πληροφοριών από το χρήστη, υπόκεινται στις αρχές της διαδραστικής προσέγγισης στην αρχιτεκτονική. Ο χρήστης είναι περιηγητής του διαδραστικού χώρου και σύμφωνα με τις δικές του εντολές και επιθυμίες μπορεί να αλλάξει τις ιδιότητές του. ⁴



μορφές κελύφους και συμπεριφορά σε πραγματικό χρόνο



4.3 Διαδικασία Παραγωγής

4.3.1 Ζητήματα Παραγωγής

Μελετώντας όλα τα μέσα σχεδιασμού και τις μορφές απεικόνισης που αναφέρθηκαν παραπάνω, είναι σκόπιμο να αναφερθούμε σε τρόπους και διαδικασίες παραγωγής των διαδραστικών και προσαρμοστικών στοιχείων.

Τα βασικά ζητήματα που χρίζουν απάντησης από το σχεδιαστή είναι τα παρακάτω:

- ποια θα είναι η μορφή του κελύφους / του στοιχείου;
- ποιος θα είναι ο τρόπος κατασκευής και οι στρατηγικές που θα ακολουθηθούν;
- πώς θα συμπεριφέρεται το στοιχείο σε πραγματικό χρόνο;⁵

Κατόπιν απάντησης στα τρία αυτά ζητήματα, έχει λυθεί μεγάλο μέρος του «αρχιτεκτονικού προβλήματος», καθώς ο σχεδιαστής ξέρει ήδη τη μορφή του στοιχείου, την κατασκευή του και τη συμπεριφορά του όταν αυτό θα έρχεται σε επαφή με άλλους χρήστες – συμμετέχοντες.

Τα ζητήματα αυτά καλείται να διαχειριστεί ο αρχιτέκτων, και δεν γίνεται να λυθούν, αν πρώτα δεν γίνει κατανοητή η λογική της Πληροφορικής (Information Technology), δηλαδή της επιστήμης που έχει σκοπό την αξιοποίηση της πληροφορίας, τη μετάδοσή της από το περιβάλλον στο στοιχείο, και αντίστροφα. Στην εκπαιδευτική διαδικασία για τη σύνθεση ενός στοιχείου και την κατασκευή του, η Πληροφορική είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν, καθώς η χρήση και η αξιοποίησή της καθορίζει το είδος και τη μορφή του αρχιτεκτονήματος, όπως και την υλικότητά του.

Από τους παγκόσμιους μελετητές έχουν διατυπωθεί θεωρίες και απόψεις που ορίζουν και καθορίζουν την επιτυχία ενός αρχιτεκτονικού έργου. Συγκεκριμένα, ο **Antonino Saggio** αναφέρει ότι «ένα κτίριο είναι επιτυχημένο όταν (...) είναι πολύ καλά κατασκευασμένο, οικονομικό, λογικό και έχει την κανονικότητα μιας μηχανής».⁶

Αντίστοιχα, ο **Kas Oosterhuis** υποστηρίζει ότι «ένα κτίριο είναι ένα σύνολο από ρυθμισμένα και μετακινούμενα αντικείμενα, μια ολότητα που δίνει σχήμα και ουσία στη ροή της πληροφορίας που την διαπερνά». Επίσης, «ένα κτίριο, όπως ένας οργανισμός, θα έπρεπε να έχει (ένα είδος) μεταβολισμού για να απορρίπτει και να κάνει ορθή χρήση της πληροφορίας».⁷

Τη ροή της πληροφορίας ο άνθρωπος μπορεί να την ελέγξει ως ένα βαθμό, καθώς

ύστερα αναλαμβάνει ρόλο ο υπολογιστής. Έτσι, οι πρώτες προσπάθειες του ανθρώπου γίνονται με σκοπό η μορφή του αρχιτεκτονήματος να είναι καθαρή, ανοιχτή και διακρινόμενη, ενώ ο υπολογιστής στη συνέχεια παίζει πιο αυτόνομο ρόλο και καθορίζει την εισροή δεδομένων και πληροφοριών και την εκροή δράσεων. Στο ελεγχόμενο από τον άνθρωπο κομμάτι, υποστηρίζεται ότι κατασκευές που υπόκεινται σε καθαρή Γεωμετρία θα μπορούσαν να ενεργούν έχοντας αποτελέσματα καθαρά και διακρινόμενα. Πλέον, όμως, η τεχνολογία μας επιτρέπει να παίρνουμε αποφάσεις και να σχεδιάζουμε στοιχεία που υπόκεινται όχι μόνο στην Ευκλείδεια Γεωμετρία, αλλά και στην Τοπολογία, δημιουργώντας μη απαραίτητα στερεομετρικές κατασκευές.

Κλείνοντας, παρατίθενται τα λόγια του Nardini DeLuca σχετικά με το συνδυασμό υπολογιστικών μεθόδων, μαθηματικών, και αρχιτεκτονικής: *«Ο μαθηματικός έλεγχος των επιφανειών δίνει το μέγιστο έλεγχο των σχημάτων (των στοιχείων) τόσο στη δημιουργία τους αλλά και στην περαιτέρω επεξεργασία τους»*. Γίνεται, έτσι, εύκολα αντιληπτό ότι οι νέες υπολογιστικές δυνατότητες προσφέρουν εξαιρετικές ευκαιρίες στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό.⁸

4.3.2. Μέθοδοι Ψηφιακής Κατασκευής

Προκειμένου να κατασκευαστεί ένα διαδραστικό αρχιτεκτονικό στοιχείο, είναι απαραίτητο αυτό να περιγραφεί τρισδιάστατα με σημεία, συντεταγμένες, γεωμετρία και χωρικές σχέσεις, ούτως ώστε να μετασχηματιστεί με πιστότητα στο τρισδιάστατο μοντέλο.

Η μετάβαση από το σχεδιασμό στην κατασκευή προϋποθέτει την επιλογή των καταλληλότερων από τις τεχνικές προετοιμασίας του μοντέλου, και στη συνέχεια την επιλογή των καταλληλότερων τεχνικών παραγωγής και υλοποίησής του.

Πρέπει να αναφερθεί, ωστόσο, ότι οι ακόλουθες μέθοδοι έχουν σκοπό την υλική καθαρά πραγματοποίηση του διαδραστικού στοιχείου. Εξάλλου, στις μέρες μας, οι μέθοδοι αυτές χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία και αφορούν την υλοποίηση οποιουδήποτε κατασκευαστικού μέλους.

Οι συνηθέστερες κατασκευαστικές στρατηγικές είναι αυτές:

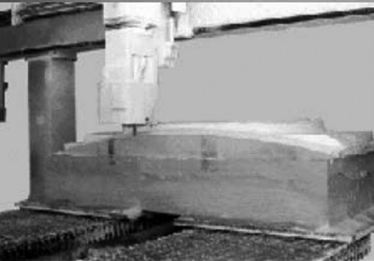
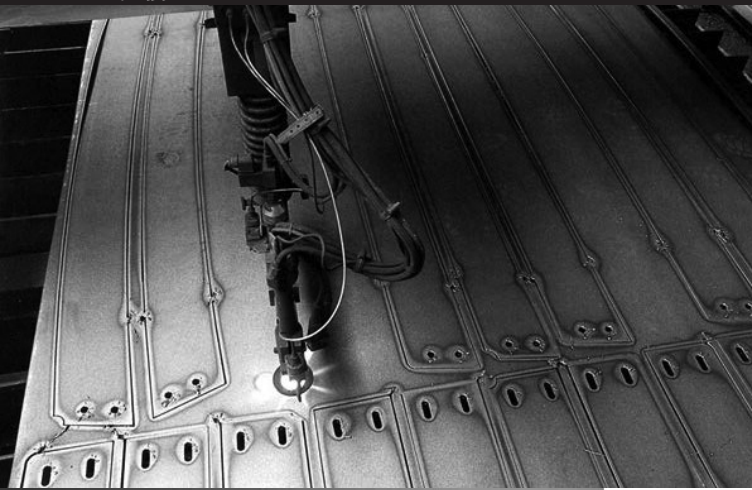
- του δομικού κελύφους (structural skin)
- του πολυγωνικού ψηφιδωτού (polygonal tessellation)
- της γενικής λεπτομέρειας (generic detail)
- του σύνθετου υλικού (composite material) ⁹

Η κυριότερη μέθοδος που χρησιμοποιείται για την παραγωγή των διαδραστικών στοιχείων είναι η χρήση C.N.C. (Computer Numerical Control) μηχανημάτων για την κατασκευή των επιμέρους στοιχείων.

Η διαδικασία αφορά κυρίως την κοπή, την ελαστικότητα, την πρόσθεση και την αφαίρεση υλικού ¹⁰, ενώ στη συνέχεια η μαζική παραγωγή των στοιχείων οδηγεί στη γρήγορη αποπεράτωση της κατασκευής. ¹¹

Η χρήση C.N.C. μηχανών έχει ως σκοπό την κοπή του υλικού στο επιθυμητό σχήμα και πραγματοποιείται με διάφορες μεθόδους, όπως:

- διαξονική κίνηση μηχανημάτων plasma-arc
- εκπομπή ακτινών laser
- εκπομπή νερού υπό πίεση ¹²



Στην πρώτη τεχνική, ένα ηλεκτρονικό τόξο διαπερνά το υλικό από το οποίο θα παραχθεί το επιθυμητό στοιχείο. Πραγματοποιούνται, ταυτόχρονα, εκκρίσεις αερίων υπό πολύ υψηλή πίεση και σε πολύ μεγάλη θερμοκρασία (φτάνει ακόμα και τους 25.000 °F).

Κατά την εκπομπή laser, γίνεται συνδυασμός υπέρυθρου φωτός με εκκρίσεις αερίων σε υψηλή θερμοκρασία.

Τέλος, κατά την εκπομπή νερού υπό πίεση, το νερό αναμιγνύεται με στερεά σωματίδια, ώστε να αυξηθεί η δύναμη και η αντοχή του, και στη συνέχεια εκκρίνεται με πίεση από τη C.N.C. μηχανή.

Τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα μπορεί να δώσει η μηχανή εκπομπής νερού, καθώς με αυτόν τον τρόπο είναι δυνατή η κοπή οποιουδήποτε υλικού. Αντίθετα, οι εκπομπές laser μπορούν να είναι αποτελεσματικές μόνο στην περίπτωση που το υλικό έχει τη φυσική ιδιότητα να απορροφά τη φωτεινή ενέργεια.¹³

Η κατασκευαστική διαδικασία συνεχίζεται ακολουθώντας διάφορες στρατηγικές για την υλοποίηση του αρχιτεκτονικού στοιχείου:

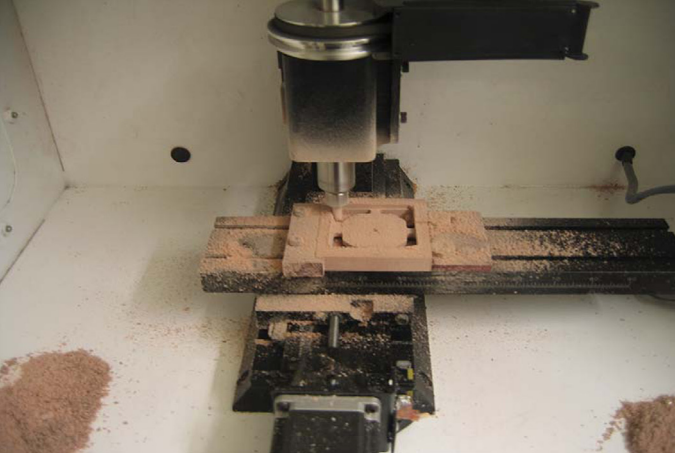
Η Αφαιρετική Κατασκευαστική Διαδικασία (Subtractive Fabrication) αφορά την αφαίρεση υλικού, από το πλήρες προς το επιθυμητό, με σκοπό το σχηματισμό του επιθυμητού στερεού όγκου.

Χρησιμοποιείται από τις απαρχές της ιστορικής κατασκευής interactive στοιχείων, ήδη, δηλαδή, από το 1970 στο Ηνωμένο Βασίλειο και στις Η.Π.Α. Στη συνέχεια, κατά τις δεκαετίες του 80' και του 90' διαδίδεται ευρέως και σε άλλες κρατικές βιομηχανίες.

Η Προσθετική Κατασκευαστική Διαδικασία (Additive Fabrication) αφορά τη στρώση και την πρόσθεση υλικού με σκοπό την παραγωγή του επιθυμητού όγκου. Οποιασδήποτε μορφής και αν είναι το επιθυμητό στοιχείο, πάντα η κατασκευή ακολουθεί την επεξεργασία αυτού, ούτως ώστε να διαχωρίζεται σε διαστάσιμες στρώσεις.

Η προσθετική διαδικασία μπορεί να αναλυθεί στις εξής κατηγορίες:

- stereolithography: υγρά πολυμερή τα οποία στερεοποιούνται όταν εκτίθενται σε δέσμες ακτινών laser.
- selective layer sintering (S.L.S.): όπου ακτίνες laser τίκτουν μεταλλικό υλικό σε στρώσεις, μέχρι να πάρει το επιθυμητό σχήμα και όγκο.



c.n.c. και laser-cut μηχανές



- 3D printing (3DP): στρώσεις κεραμικών υλικών και σωματιδίων κολλώνται μεταξύ τους ούτε ώστε να σχηματίσουν το στοιχείο.
- laminated object manufacture (L.O.M.): φύλλα και στρώσεις ελαφρών υλικών (χαρτί, πλαστικό, κ.λπ.), που μπορούν να είναι είτε τεμαχισμένα είτε ολόκληρα σε ρολό, κολλιούνται μεταξύ τους, υφίστανται κοπή από ακτίνες laser και διαμορφώνουν το τελικό σχήμα.
- fused deposition modeling (F.D.M.): όπου κάθε εγκάρσια ή οριζόντια τομή του στοιχείου κατασκευάζεται κατά την τήξη πλαστικών νημάτων, τα οποία στερεοποιούνται κατά την ψύξη τους.
- multi-jet manufacture (M.J.M.): όπου γίνεται χρήση επεξεργασμένων και εκτυπωμένων υλικών, τα οποία καθίστανται οδηγοί για την τήξη πλαστικών υλικών σε πολύ λεπτά στρώματα. Τα τελευταία, ενωμένα το ένα με το άλλο δημιουργούν τον επιθυμητό όγκο.

Αξίζει να αναφερθεί ότι για λόγους κόστους, χρόνου και διαθεσιμότητας υλικών, η διαδικασία που προτιμάται από τους αρχιτέκτονες είναι η αφαιρετική.

Κατά τη Σχηματική Κατασκευαστική Διαδικασία (Formative Fabrication), διάφορα μέσα και τεχνικές (έκλυση ατμού, αύξηση θερμότητας, κ.λπ.) διαμορφώνουν το σχήμα του επιθυμητού στοιχείου. Κατά τους ίδιους τρόπους, και αφού το στοιχείο έχει κατασκευαστεί από υλικά όπως το μέταλλο, το γυαλί ή το πλαστικό, είναι δυνατή η περαιτέρω επεξεργασία του.

Αφού έχει αποπερατωθεί η κατασκευή, σειρά έχει η συνδεσμολογία και η τοποθέτηση του αντικειμένου στον επιθυμητό χώρο. Και πάλι, οι ψηφιακές τεχνολογίες έχουν πάρει τη θέση των παραδοσιακών τοπογραφικών μετρήσεων.

Έτσι, με ψηφιακά συστήματα είναι δυνατές:

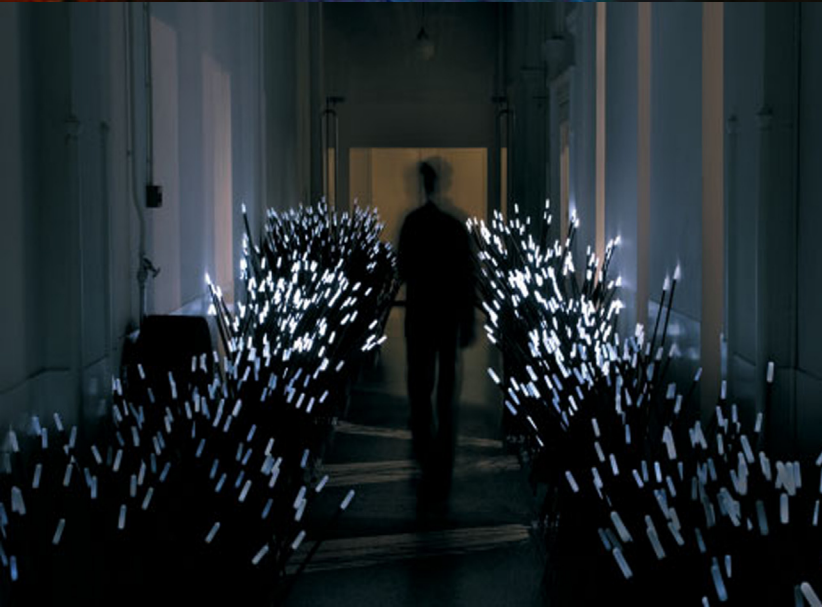
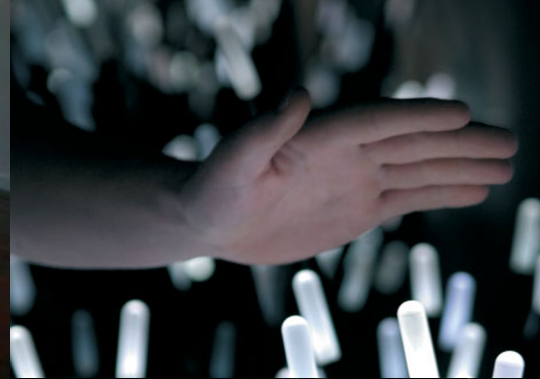
- ο προσδιορισμός της τοποθεσίας του κάθε αυτόνομου στοιχείου.
- η μετατόπιση και μετακίνηση του στοιχείου στην επιθυμητή τοποθεσία.
- η ρύθμιση του καθενός στοιχείου στις ακριβείς του συντεταγμένες.



μουσείο guggenheim, bilbao: κατασκευή με ψηφιακές διαδικασίες

Τα ψηφιακά συστήματα κάνουν χρήση, εκτός των άλλων, μεθόδων για ηλεκτρονικές αποτυπώσεις και προσδιορισμού της ακριβούς τοποθεσίας μέσω ακτινών laser. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το Μουσείο Guggenheim στο Bilbao της Ισπανίας, του οποίου η κατασκευή έγινε αποκλειστικά με τη χρήση ψηφιακών συστημάτων, χωρίς τη μέτρηση με ταινία κανενός στοιχείου και μέρους.¹⁴

διαδραστική ικανότητα - αίσθηση, ανταπόκριση, δράση



4.3.3. Κατασκευή της Διαδραστικής Ικανότητας

Το κατασκευασμένο διαδραστικό στοιχείο οφείλει να συμπεριφέρεται σε πραγματικό χρόνο. Επίσης, η ανάπτυξη της διάδρασης έχει ως σκοπό την αύξηση της ταχύτητας διάδρασης, από κλίμακα δεκαετιών σε κλίμακα δευτερολέπτων και κλασμάτων τους. Έτσι, κάθε μέθοδος που απαιτεί μεταβλητότητα στην κατασκευή έχει δεδομένη την υψηλή ταχύτητα απόκρισης και κίνησης. Η αύξηση της ταχύτητας, προϋποθέτει την ευελιξία κινήσεων, την επιλογή ελαφρών, σύνθετων και μη στατικών υλικών και την αυστηρή επιλογή συνδέσμων μεταξύ των κινούμενων στοιχείων.

Οι συνδέσεις των κινούμενων στοιχείων πρέπει να είναι τέτοιες που να επιτρέπουν την κίνηση σε έναν άξονα, σε πολλούς διαφορετικούς, αλλά και σε συνδυασμό αυτών. Επίσης, απαραίτητη κρίνεται η ύπαρξη «νευρικού συστήματος» υπό μορφή τόσο ενός κεντρικού υπολογιστή που ελέγχει τα πάντα, αλλά και ηλεκτρονικών συστημάτων μέσα στα διαδραστικά στοιχεία, που επιτρέπουν τις αντιδράσεις και τις κινήσεις.

Στις νέες κατασκευές, οι υποστηριζόμενες συνδέσεις καλύπτονται με αεροκίνητους κυλίνδρους (pneumatic cylinders). Αυτοί αντιλαμβάνονται ερεθίσματα από το περιβάλλον μέσω ειδικών αισθητήρων, γνωρίζουν την ακριβή τους θέση, όπως και τη θέση καθενός άλλου στοιχείου και προσδιορίζουν ανάλογα τις αποστάσεις τους, την ταχύτητά τους και τις κινήσεις.

Οι συνδέσεις των αυτόνομων στοιχείων επιτυγχάνονται με σφαιρικούς συνδέσμους σχήματος Ω και με σχηματισμό ενός ενεργού σκελετού στο χώρο.¹⁵

Το τρισδιάστατο μοντέλο δεν αποτελεί μόνο ένα μέσο επικοινωνίας με τον παρατηρητή, μια απλή εικόνα στα μάτια του ανθρώπου, αλλά είναι ένα εργαλείο και όχημα μεταφοράς πληροφοριών. Οι πληροφορίες εισάγονται και ταξιδεύουν μέσα στα στοιχεία, και μετά από τη δυνατή τους επεξεργασία επιστρέφουν στον παρατηρητή – συμμετέχοντα.

Η διαδικασία συναίσθησης κτιρίου – περιβάλλοντος είναι η εξής:

- οι αισθητήρες ανιχνεύουν δράσεις.
- οι δρώντες ανιχνεύονται με μοναδικό τρόπο ο καθένας από το σύστημα.
- οι αισθητήρες, κατά την ανίχνευση κλείνουν το κύκλωμα και προχωρούν στην επεξεργασία της πληροφορίας.

- οι συσκευές εισόδου (συστήματα ελέγχου) και εξόδου (οθόνες) οδηγούν στη συμμετοχή κοινού - περιβάλλοντος - αρχιτεκτονικού στοιχείου.
- το σχεδιασμένο λογισμικό προωθεί την πρωτότυπη διαδικασία.
- το στοιχείο προσαρμόζεται στα νέα δεδομένα και μεταβάλλει τις φυσικές του ιδιότητες.¹⁶

Διάκριση Ψηφιακών Μέσων



4.4 Ψηφιακά Μέσα

Τα αρχιτεκτονικά έργα και οι κατασκευές οι οποίες υπάγονται στις διάφορες θεωρίες της μεταβλητότητας έχουν παρόμοιες διαδικασίες και μεθόδους κατασκευής. Οι βασικές αρχές ενός interactive, adaptive, responsive, κ.λπ. στοιχείου παραμένουν ίδιες, παρ' όλα αυτά, διακρίνονται μικρές διαφορές στην παραγωγή, ανάλογα με τα ψηφιακά μέσα που χρησιμοποιούνται. Όπως είδαμε παραπάνω, μία διάκριση στα μεταβλητά συστήματα μπορεί να γίνει ανάλογα με το σκοπό και την πρόθεση του αρχιτεκτονικού έργου. Έτσι, και τα μέσα επιλέγονται με βάση το πού απευθύνεται το αρχιτεκτονικό μεταβλητό στοιχείο, την προτεραιότητα στη μηχανική διαδικασία ή στους ψηφιακούς υπολογισμούς κ.ά.

Η βασική διάκριση που είναι δυνατόν να επιτευχθεί, έχει να κάνει με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την κατασκευή του στοιχείου και φαίνεται στο διπλανό σχήμα.

Όπως είδαμε στην ενότητα των ορισμών, οι Michael Fox και Miles Kemp ορίζουν τη διαδραστική αρχιτεκτονική ως *«τη σύγκλιση και τη συνεργασία των ενσωματωμένων υπολογισμών και της τεχνητής νοημοσύνης (embedded computation – artificial intelligence) με τη φυσική κινηματική (physical counterpart of kinetics), στο πλαίσιο ενός αρχιτεκτονικού στοιχείου, ούτως ώστε να προσαρμόζεται το στοιχείο με σκοπό την επίλυση ανθρωπολογικών και περιβαλλοντολογικών ζητημάτων»*. Σκόπιμο, είναι, αρχικά, να δώσουμε τις ερμηνείες των παραπάνω όρων και στη συνέχεια να γίνει η αντιστοιχία με τις πρακτικές μεθόδους επιλογής των ψηφιακών μέσων.

Αναλύοντας τους ορισμούς των Fox και Kemp, πάνω στην τεχνική και τη μηχανική της διάδρασης, ορίζονται οι έννοιες «embedded computation» και «kinetics»:

*embedded computation (ενσωματωμένοι υπολογισμοί): στο πλαίσιο της διαδραστικής αρχιτεκτονικής, το σύστημα ενσωματωμένων υπολογισμών είναι ένα σύστημα το οποίο είναι, κυριολεκτικά, ενσωματωμένο μέσα στο κτίριο και το οποίο έχει την ικανότητα να συλλέγει πληροφορίες, να τις επεξεργάζεται και να τις χρησιμοποιεί ούτως ώστε να ελέγχει τη συμπεριφορά της πραγματικής φυσικής αρχιτεκτονικής.*¹⁷

kinetics (κινηματική): κινηματικά αντικείμενα ορίζονται, σε γενικό πλαίσιο, τα αντικείμενα που είναι είτε μετασχηματιζόμενα και καταλαμβάνουν προκαθορισμένο φυσικό

*χώρο, είτε αυτά που είναι μετακινήσιμα και μπορούν να καταλάβουν οποιοδήποτε φυσικό χώρο ούτως ώστε να δημιουργήσουν προσαρμόσιμες εναλλαγές στο χώρο.*¹⁸

Είναι σαφές, έτσι, ότι η διάδραση στην αρχιτεκτονική, η ανάμειξη των embedded computation και των kinetics είναι η διαδικασία που ακολουθεί τη λογική: εισαγωγή δεδομένων / επεξεργασία τους στο εσωτερικό του αρχιτεκτονικού συστήματος / εξαγωγή πληροφοριών υπό μορφή κίνησης, αλλαγής σχήματος / μορφής / χρώματος κ.λπ.

Με τα παραπάνω δεδομένα, είναι δυνατόν να αντιστοιχίσουμε τους ενσωματωμένους υπολογισμούς (embedded computations) με τις διαδικασίες που αφορούν την ψηφιακή τεχνολογία, ενώ τα στοιχεία κινηματικής (kinetics) αντιστοιχούν στα αρχιτεκτονικά μεταβλητά στοιχεία που δίνουν προτεραιότητα στη μηχανική και στα μηχανικά τους μέρη.

4.4.1 Ψηφιακή Τεχνολογία - Embedded Computation

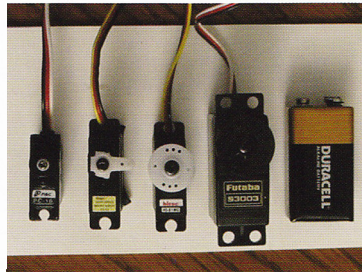
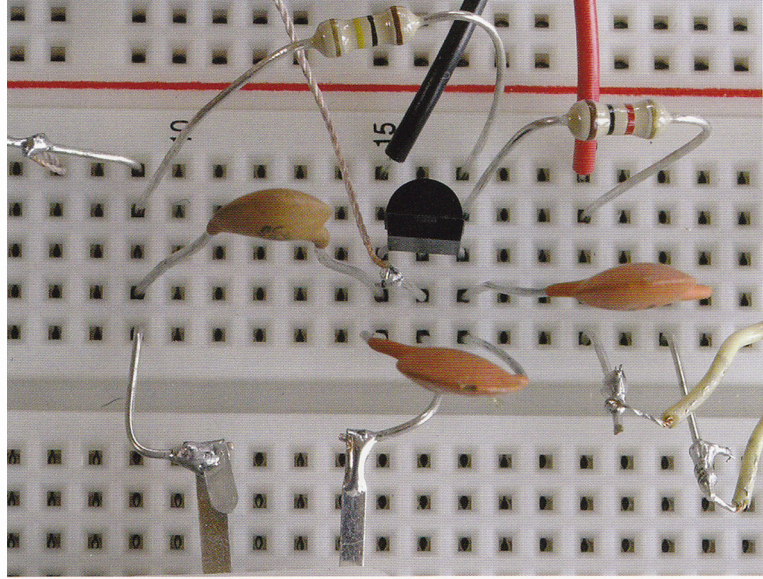
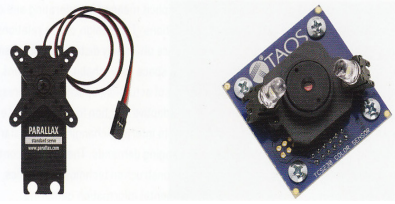
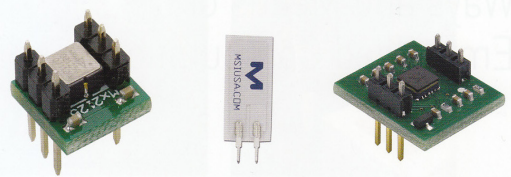
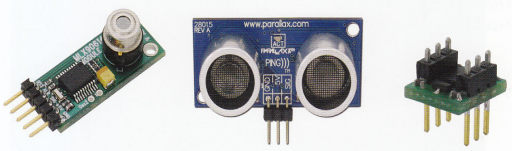
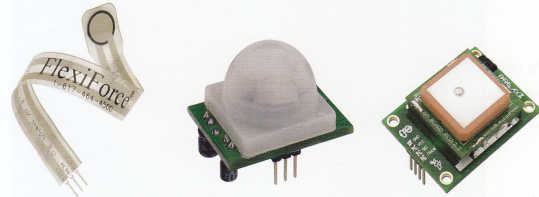
Η ψηφιακή διαδικασία, ουσιαστικά, απαρτίζεται από το σύστημα αισθητήρων, επεξεργαστών και υπολογιστικών συστημάτων, που όλα μαζί ορίζουν το μεταβλητό στοιχείο. Επιτυγχάνεται η δυνατότητα, έτσι, της συλλογής δεδομένων από το περιβάλλον, της επεξεργασίας τους σύμφωνα με παραμέτρους που έχουν οριστεί από τον αρχικό προγραμματισμό και της εξαγωγής πληροφοριών υπό τη μορφή κίνησης, αλλαγής και αντίστοιχων διαδικασιών.

Η εισαγωγή των δεδομένων από το περιβάλλον γίνεται με τα συστήματα αισθητήρων που βρίσκονται στο αρχιτεκτονικό στοιχείο. Αισθητήρας ορίζεται η συσκευή η οποία συλλέγει πληροφορίες από τον πραγματικό φυσικό κόσμο όπως το φως, η κίνηση, η θερμοκρασία κ.ο.κ.¹⁹. Στην απλούστερη δομή τους, οι αισθητήρες αποτελούνται, κυρίως, από μία συσκευή εκπομπής υπέρυθρης ακτινοβολίας, η οποία έχει τη δυνατότητα να αντιλαμβάνεται τη διακοπή της κίνησής της, στην περίπτωση που παρεμβάλλεται κάποιο εμπόδιο. Εξελισσόμενη η τεχνολογία των αισθητήρων, επιτρέπει την ύπαρξη συσκευών που αντιλαμβάνονται αλλαγές στο χρώμα, στην κίνηση και στην κατεύθυνση της κίνησης, ακόμα και στη φωνή ή στα φυσικά χαρακτηριστικά του ανθρώπου – χρήστη.

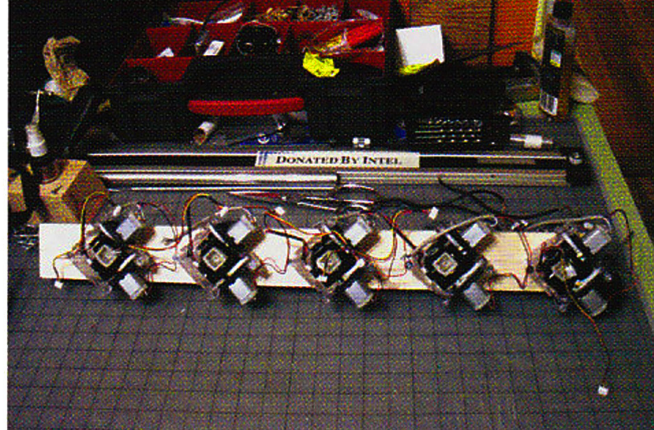
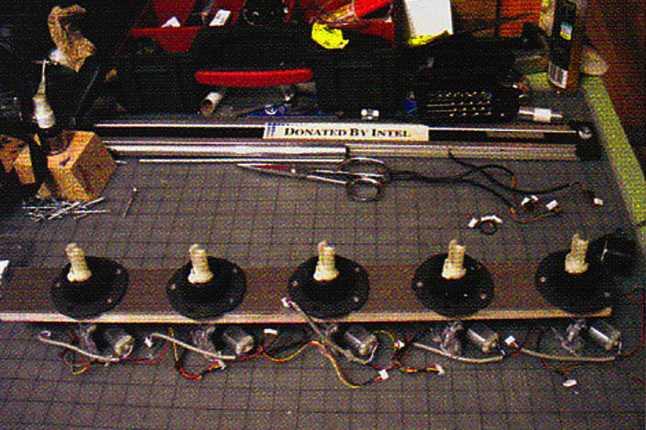
Οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται στη σύγχρονη τεχνολογία μπορούν να αναχθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες: σε αυτούς που απαιτούν άμεση επαφή και σε αυτούς που η άμεση επαφή δεν είναι απαραίτητη για τη συλλογή δεδομένων και πληροφοριών.

Οι αισθητήρες άμεσης επαφής λειτουργούν βάσει της γρήγορης και άμεσης ανταλλαγής πληροφοριών με το περιβάλλον. Οποιοδήποτε στοιχείο έρθει σε επαφή μαζί τους μεταφέρει δεδομένα τα οποία στη συνέχεια επεξεργάζονται από τα εκάστοτε υπολογιστικά συστήματα. Η επαφή γίνεται κυρίως με τη χρήση της ανθρώπινης διαδικασίας της αφής, αλλά μπορεί να επιτευχθεί απλά και με την παρουσία περιβαλλοντολογικών συνθηκών. Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια ακραίων καιρικών φαινομένων (βροχή, δυνατός άνεμος) τα φυσικά στοιχεία έρχονται σε επαφή με τον αισθητήρα και, αναλόγως, στέλνουν τα αντίστοιχα δεδομένα.

Αντίστοιχα, οι αισθητήρες μη άμεσης επαφής λειτουργούν ως «ψηφιακά μάτια». Διαδικασίες όπως η προαναφερθείσα εκπομπή υπέρυθρου φωτός, η παρακολούθηση του περιβάλλοντος με κάμερες, κ.ά. είναι ικανές να συλλέξουν δεδομένα τα οποία, στη συνέχεια, επεξεργάζονται. Χαρακτηριστικότερα παραδείγματα είναι οι μηχανές εκπομπής υπέρυθρης



embedded computation - αισθητήρες και μικροεπεξεργαστές



ακτινοβολίας, τα ηχοεντοπιστικά συστήματα (σόναρ), τα γυροσκόπια, οι εκπομπές ορατού φωτός, οι βιντεοκάμερες κ.λπ.

Οι νέες τεχνολογίες καθιστούν ικανή την παρακολούθηση του περιβάλλοντος σε βαθμό που δεν τον φανταζόμαστε. Έτσι, είναι εφικτά συστήματα εντοπισμού προσώπων, φωνής, φυσικών χαρακτηριστικών, τα οποία ανάγονται σε χρήση απλών αισθητήρων. Χαρακτηριστική είναι η εξέλιξη της τεχνολογίας στον τομέα, καθώς από τη χρήση απλής εκπομπής υπέρυθρου φωτός για τον εντοπισμό απλά ενός όγκου / εμποδίου που παρεμβάλλεται, πλέον με τις κατάλληλες συσκευές εντοπισμού έχουμε τη δυνατότητα να γνωρίζουμε την ακριβή ταυτότητα του εμποδίου / ανθρώπου / χρήστη.

Τα δεδομένα που εισάγονται στο σύστημα υφίστανται την απαραίτητη επεξεργασία από τους μικροεπεξεργαστές του μεταβλητού στοιχείου. Ο «μικροεπεξεργαστής» μπορεί να είναι μία πιο απλή έκφραση ενός «υπολογιστή», καθώς εμπεριέχει όλα τα μικροσυστήματα που περιέχει ο προσωπικός υπολογιστής με τον οποίο εργάζεται ο άνθρωπος: επεξεργαστή, ενσωματωμένη μόνιμη και προσωρινή μνήμη, λειτουργίες εισόδου / εξόδου, κ.ά. Φυσικά, δεν τίθεται θέμα σύγκρισης της ισχύος ενός μικροεπεξεργαστή και ενός υπολογιστή, ο τελευταίος μπορεί να ανταποκριθεί σε χιλιάδες ταυτόχρονες διαδικασίες, ενώ ο μικροεπεξεργαστής γνωρίζει να λειτουργεί μία διαδικασία, αλλά με το βέλτιστο δυνατό τρόπο.

Μικροεπεξεργαστές μπορούμε να βρούμε σε κάθε υπολογιστική ψηφιακή συσκευή, ακόμα και στις οικιακές συσκευές καθημερινής χρήσης. Χαρακτηριστικά, αναφέρεται ότι κάθε συσκευή που περιέχει οθόνη υγρών κρυστάλλων (LED), ουσιαστικά κρύβει έναν μικροεπεξεργαστή στην καρδιά του υπολογιστικού συστήματος. Η ευρύτερη χρήση τους, εκτός αρχιτεκτονικής, απαντάται στην αυτοκινητοβιομηχανία, καθώς τα σύγχρονα συστήματα εντοπισμού εμποδίων, υπολογισμού ταχύτητας, αυτόματης οδήγησης κ.λπ. οφείλουν τη λειτουργία τους στη χρήση μικροεπεξεργαστών.

Οι μικροεπεξεργαστές είναι απλούστεροι στη χρήση από έναν υπολογιστή, και φυσικά, είναι μικρότεροι. Κάνουν χρήση καθαρά μνήμης μόνο για ανάγνωση (Read-Only-Memory (ROM)), ενώ, επιπλέον, απαιτούν λιγότερα ποσά ενέργειας για τη λειτουργία τους. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι ένας υπολογιστής συνδεδεμένος μόνιμα στην παροχή ηλεκτρικού ρεύματος καταναλώνει 50W, ενώ ο μικροεπεξεργαστής που λειτουργεί με μπαταρία καταναλώνει, ενδεχομένως, 50mW.

Το μικρό τους μέγεθος, η ευκολία χρήσης και η χαμηλή κατανάλωση ρεύματος,

τους καθιστούν την ιδανική επιλογή για τις υπολογιστικές διαδικασίες που απαιτούνται στο μεταβλητό αρχιτεκτονικό στοιχείο. Σε γενικές γραμμές, η ύπαρξή τους απαντάται σε οποιοδήποτε σύστημα χρειάζεται ενσωματωμένη υπολογιστική ευφυΐα και νοημοσύνη, και σε οποιοδήποτε στοιχείο χρειάζεται δράσεις που απαιτούν την εκτέλεση υπολογισμών.

Τα ανωτέρω υπολογιστικά συστήματα, στην περίπτωση της αρχιτεκτονικής μεταβλητής διαδικασίας έχουν την έννοια του ελέγχου της οποιασδήποτε αλλαγής της μορφής του στοιχείου, και της οποιασδήποτε μεταβολής τους. Ολόκληρες διαδικασίες απαιτούνται είτε για την εκτέλεση μιας απλής εντολής, μιας απλής κίνησης ενός υλικού στοιχείου, είτε για την απόλυτη προσαρμογή του αρχιτεκτονήματος στις νέες καταστάσεις.

Οι περισσότερες ψηφιακές διαδικασίες ανάγονται στην εκτέλεση «κίνησης» ενός επιμέρους στοιχείου του αρχιτεκτονικού συνόλου. Αφού εισαχθούν τα δεδομένα από τους αισθητήρες, ο μικροεπεξεργαστής ορίζει την εντολή κίνησης και, τέλος, παίρνουν σειρά οι «συσκευές εξόδου» που επιτρέπουν την κίνηση.

Σημαντικές είναι και οι διαδικασίες που έχουν ως αποτέλεσμα την επιλογή «ενεργό – μη ενεργό» («on-off») ενός στοιχείου. Η συγκεκριμένη ψηφιακή τεχνολογία απαντάται κυρίως σε στοιχεία που υπάγονται στη θεωρία της adaptive και responsive architecture, όπου ανάλογα με τις εξωτερικές περιβαλλοντολογικές καταστάσεις ενεργοποιούνται και απενεργοποιούνται συγκεκριμένοι μηχανισμοί. Για παράδειγμα, η απλή κίνηση του ανθρώπου, η ποσότητα ηλιακού φωτός, κ.ά. μπορούν να αποτελέσουν τα δεδομένα που θα ενεργοποιήσουν ή θα απενεργοποιήσουν διαδικασίες φωτισμού / αερισμού κ.λπ.²⁰

4.4.2 Μηχανικά Μέρη - Kinetics

Η ανάλυση της κινηματικής στα αρχιτεκτονικά στοιχεία ξεκινά με τη διάκριση δύο διαφορετικών ενότητων: των ενεργειών και των μεθόδων με τις οποίες αυτή εκπληρώνεται. Οι δύο αυτές ενότητες δεν έχουν νόημα να υφίστανται η μία χωριστά από την άλλη, η συνέργειά τους είναι καθ' όλα απαραίτητη. Ουσιαστικά, η κινηματική διαδικασία των μηχανικών μερών ενός αρχιτεκτονικού στοιχείου είναι η συνένωση της αντίληψης (ενέργεια) του στοιχείου να κινηθεί και της ικανότητάς του (μέθοδος) να υποστηρίξει την κίνηση.

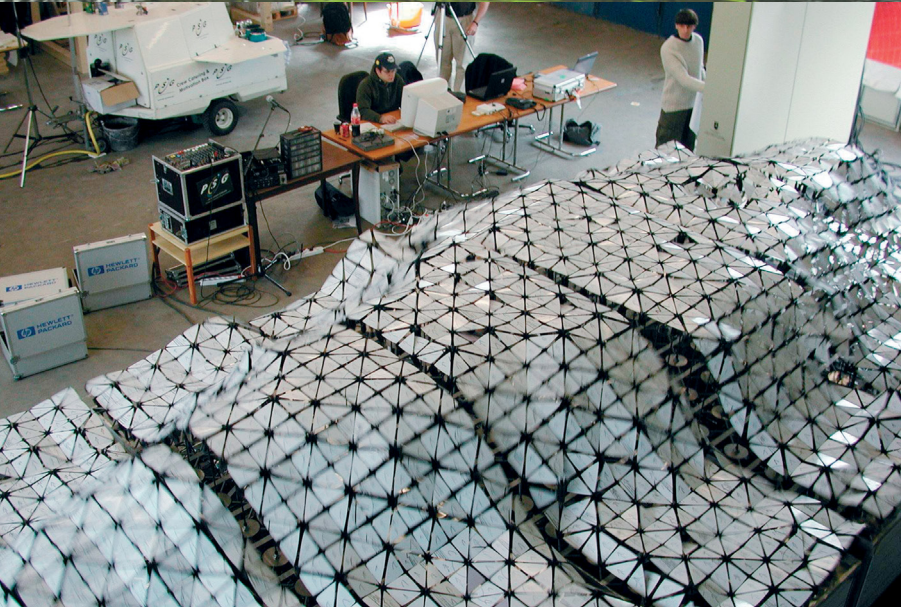
Οι ενέργειες (ways) ενός στοιχείου, όσον αφορά την κινηματική διαδικασία, είναι οι τρόποι με τους οποίους αυτό εκτελεί την απαιτούμενη κίνηση, και έτσι επιτυγχάνεται μεταβολή του μεγέθους, του σχήματος, του όγκου και διάφορων άλλων φυσικών ιδιοτήτων του.

Οι ενέργειες, οι τρόποι που χρησιμοποιούνται στη μηχανική κινηματική διαδικασία είναι οι ακόλουθες:

- μετατόπιση / αναδίπλωση (folding), που περιλαμβάνει:
 - εφελκυσμό (tensile)
 - μετατόπιση τύπου ψαλιδίσματος (scissor-type)
- περιστροφή / ολίσθηση (rolling / sliding)
- ένθεση (nesting)
- βιοκινητικές διαδικασίες (transergetic)
- αεροκινητικές διαδικασίες / υδραυλικά μέρη (pneumatic)

Η μέθοδος της μετατόπισης και της αναδίπλωσης είναι σαφέστατα η απλούστερη και πιο διαδεδομένη μέθοδος σε οποιοδήποτε κινηματικό στοιχείο υφίσταται στην αρχιτεκτονική, και όχι μόνο. Χαρακτηριστικά είναι τα παραδείγματα πτυσσόμενων κατασκευών ή επίπλων, που υποστηρίζουν τη διαδικασία. Χρησιμοποιείται γραμμική (κυρίως) και ακτινωτή κίνηση, που θεωρητικά υποστηρίζεται από απλές μαθηματικές διαδικασίες. Το πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι ότι με απλές κινήσεις το αρχιτεκτονικό στοιχείο μπορεί να μετατοπιστεί σχεδόν παντού. Επιπλέον, το μαθηματικό υπόβαθρο της διαδικασίας προσφέρει τη βοήθεια στη μελέτη φυσικών ιδιοτήτων του στοιχείου, όπως η μάζα, η μετατόπιση, η ταχύτητα κ.λπ.

κινηματικές διαδικασίες



Υποκατηγορίες της μετατόπισης είναι ο εφελκυσμός και η μετατόπιση τύπου ψαλιδίσματος. Η κυριότερη αιτία αυτού του διαχωρισμού είναι ότι οι διαδικασίες προσφέρουν ένα άκρως ενδιαφέρον αισθητικό αποτέλεσμα όπου χρησιμοποιούνται, και σκόπιμο είναι να μελετηθούν ξεχωριστά.

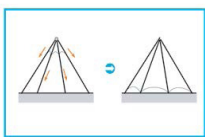
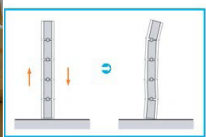
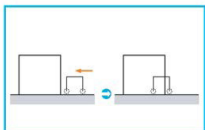
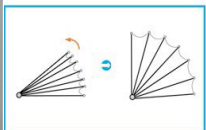
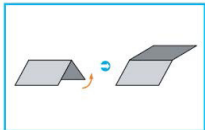
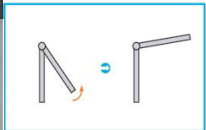
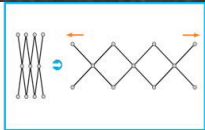
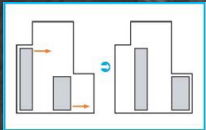
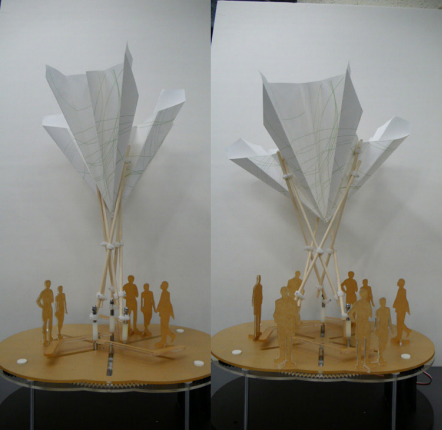
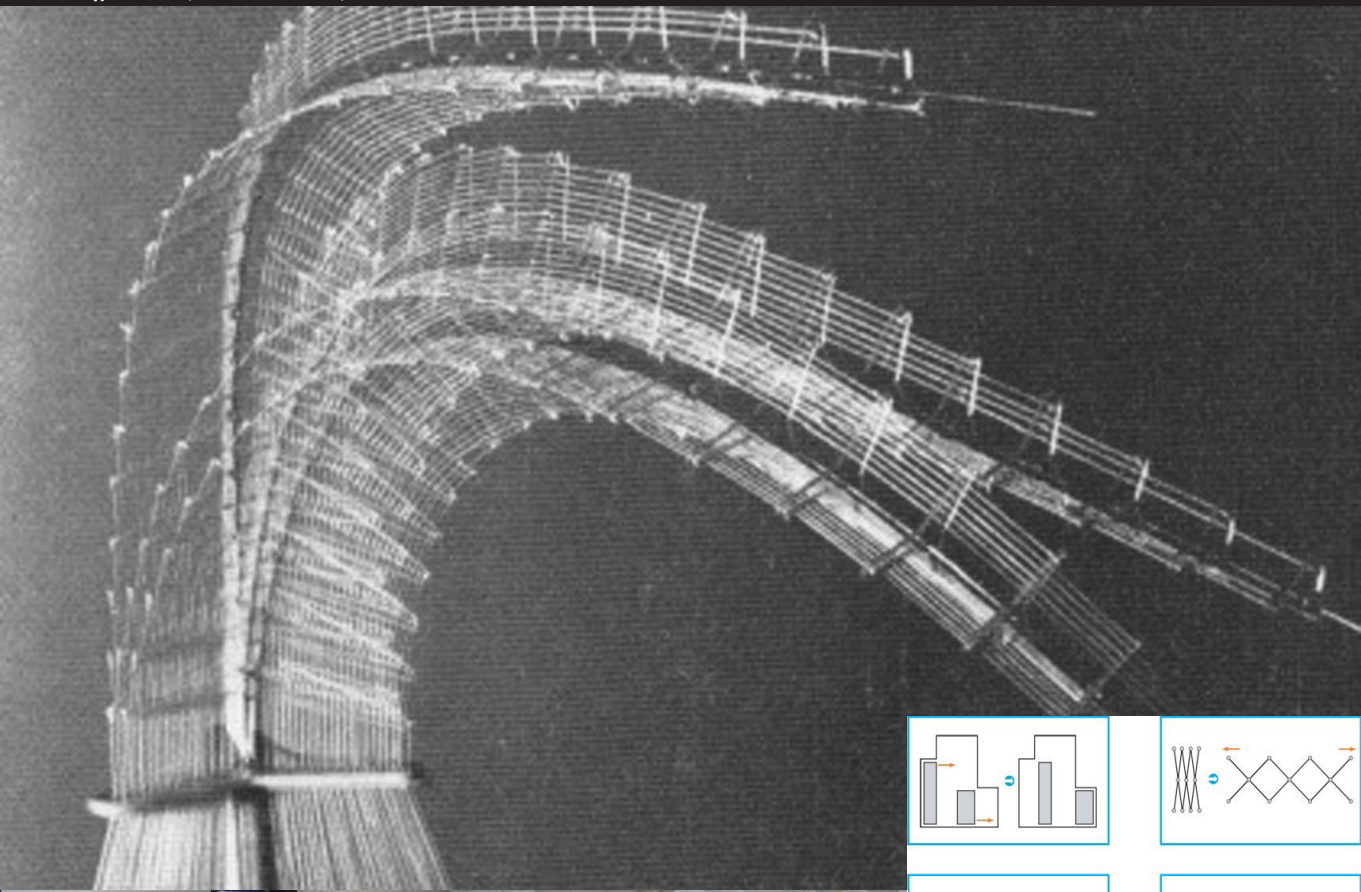
Η διαφορά απλής μετατόπισης και εφελκυσμού είναι η κλίμακα στην οποία υφίστανται οι παραπάνω διαδικασίες. Ο εφελκυσμός απαντάται κυρίως σε κατασκευές μεγάλης κλίμακας, όταν ολόκληροι όγκοι ή επιφάνειες χρειάζεται να μετακινηθούν. Τα αποτελέσματα αυτής της διαδικασίας μπορεί να είναι εντυπωσιακά, απόρροια της μεγάλης κλίμακας της κατασκευής.

Αντίθετα, η μετατόπιση τύπου ψαλιδίσματος προϋποθέτει την ύπαρξη ενός συστήματος μεγάλης κλίμακας που αποτελείται από μικροσκοπικά μέρη. Τα μέρη του συνόλου υφίστανται μετατόπιση το ένα σε σχέση με το άλλο, διατηρώντας, όμως, πάντα ένα κοινό σταθερό σημείο. Με αυτόν τον τρόπο, η μετατόπιση θυμίζει την κίνηση ενός ψαλιδιού. Χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που μία μεγάλη κενή επιφάνεια επιβάλλεται να καλυφθεί με μια ελαφριά κατασκευή. Η πτυσσόμενη κατασκευή αφ' ενός φαίνεται συμπαγής όταν είναι κλειστή, αφ' ετέρου όταν τα κινηματικά στοιχεία ανοίγουν καλύπτει τεράστια σχηματίζοντας ιδιαίτερα γεωμετρικά σχήματα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν ιδιαίτερες οροφές, κατασκευασμένες από συστήματα τύπου «πτυσσόμενου πλέγματος».

Κατά τη διαδικασία περιστροφής και ολίσθησης απαραίτητα είναι τα συστήματα που επιτρέπουν την ταυτόχρονη γραμμική και γωνιακή κίνηση ενός στοιχείου χωρίς να παρεμβάλλεται τριβή, περιστρέφοντας και ολισθαίνοντάς το ταυτόχρονα. Το χαρακτηριστικό παράδειγμα μιας τέτοιας κατασκευής είναι ο τροχός, ενώ η διαδικασία περιστροφής και ολίσθησης μπορεί να αναπαρασταθεί με την κίνηση ενός τροχοφόρου οχήματος. Στην αρχιτεκτονική, τέτοια συστήματα μπορούν να φέρουν φορτία μεγάλης μάζας και όγκου, χωρίς να επιβαρύνεται το ίδιο το σύστημα. Τα συνηθέστερα παραδείγματα απαντώνται στις ανοιγοκλεινόμενες οροφές σταδίων, αιθουσών κ.λπ.

Η διαδικασία της ένθεσης αποτελεί μία πρακτική διαδικασία που έχει ευρεία χρήση στη βιομηχανία. Πρόκειται για αντικείμενα – στοιχεία, που, μέσω των φυσικών τους ιδιοτήτων, επιτρέπουν την τοποθέτηση του ενός κοντά ή μαζί με το άλλο και της μετακίνησής τους ως ενός αυτόνομου στοιχείου. Χαρακτηριστικό παράδειγμα στη βιομηχανία είναι τα παιχνίδια τύπου παζλ ή τα «τουβλάκια». Στην αρχιτεκτονική, η ένθεση χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις σύμπτυξης και εξάπλωσης, ανοίγματος, ενός ογκώδους στοιχείου. Για παράδειγμα, η οροφή ενός σταδίου μπορεί να αποτελείται από όγκους όπου ο καθένας είναι ελαφρώς μικρότερος

κινηματικές διαδικασίες



(ή μεγαλύτερος) από τον άλλον. Οι διαφορές είναι τέτοιες, ούτως ώστε επιτρέπουν στον έναν όγκο να μετατοπιστεί και να εισχωρήσει στο δεύτερο, ο δεύτερος στον τρίτο, κ.ο.κ. Το αποτέλεσμα είναι ένας ενιαίος όγκος, μια πρακτική διάταξη όλων των στοιχείων σε ένα μοναδικό σύνολο.

Οι βιοκινητικές διαδικασίες απαντώνται σε πολλές μορφές στην αρχιτεκτονική και δεν έχουν ένα συγκεκριμένο υπόβαθρο ή ένα συγκεκριμένο ορισμό. Πρόκειται για κινηματικά σύνολα διαδικασιών που συνδυάζουν πολλές από τις προαναφερθείσες διαδικασίες. Στην κυριότερη μορφή τους εμπνέονται από τη φύση και από τις κινήσεις που η τελευταία χαρίζει στα όντα. Για παράδειγμα, η ταυτόχρονη μετατόπιση, περιστροφή και ένθεση ενός πτυσσόμενου κινηματικού στοιχείου μπορεί να αποτυπώσει με ακρίβεια τη διαδικασία ανάπτυξης ενός λουλουδιού και μετάλλαξής του από μπουμπούκι σε ώριμο φυτό.

Τέλος, οι αεροκινητικές διαδικασίες και τα υδραυλικά μέρη, είναι μια ιδιαίτερη μορφή κινηματικής που στην αρχιτεκτονική χρησιμοποιείται σχετικά πρόσφατα, από τη δεκαετία του '60. Ο αρχιτέκτων ουσιαστικά επωφελείται των υδραυλικών νόμων της φυσικής και καταφέρνει τη μετατροπή της μικρής χειρονακτικής δύναμης του χρήστη σε ισχυρή φυσική δύναμη ενός στοιχείου. Η μετατροπή γίνεται μέσω συστημάτων που περιέχουν πεπιεσμένο αέρα ή νερό. Παρ' όλο που, αρχικά, οι υδραυλικές διαδικασίες ήταν πιο διαδεδομένες, πλέον οι αεροκινητικές απαντώνται όλο και περισσότερο σε περιπτώσεις όπου εισάγεται η μεταβλητότητα στην αρχιτεκτονική.²¹

Από την άλλη μεριά, οι μέθοδοι (means) του στοιχείου, είναι οι τρόποι με τους οποίους επιτυγχάνεται η ώθησή του με σκοπό την ενεργοποίηση της κίνησης. Συγκεκριμένα, οι μέθοδοι περιλαμβάνουν συστήματα μαγνητικά, ηλεκτρικά, χημικά, ακόμα και συστήματα υδραυλικά ή πεπιεσμένου αέρα.

Για να χαρακτηριστεί ένα αρχιτεκτονικό στοιχείο κινηματικό, πρέπει να υφίσταται τόσο η δυνατότητα / ενέργεια όσο και η μέθοδος με την οποία αυτό θα κινηθεί. Η συνύπαρξη των δύο διαδικασιών επιτρέπει την οποιαδήποτε κίνηση του στοιχείου, και η συνεργασία με τους ψηφιακούς υπολογισμούς καθιστά δυνατή τη μεταβλητή αυτονομία του αρχιτεκτονικού έργου.

Τα κινητικά συστήματα χωρίζονται σε τρεις κύριες κατηγορίες:

- ενσωματωμένα συστήματα
- αναπτυσσόμενα / αποσπώμενα συστήματα



κινηματικές διαδικασίες



- δυναμικά συστήματα ²²

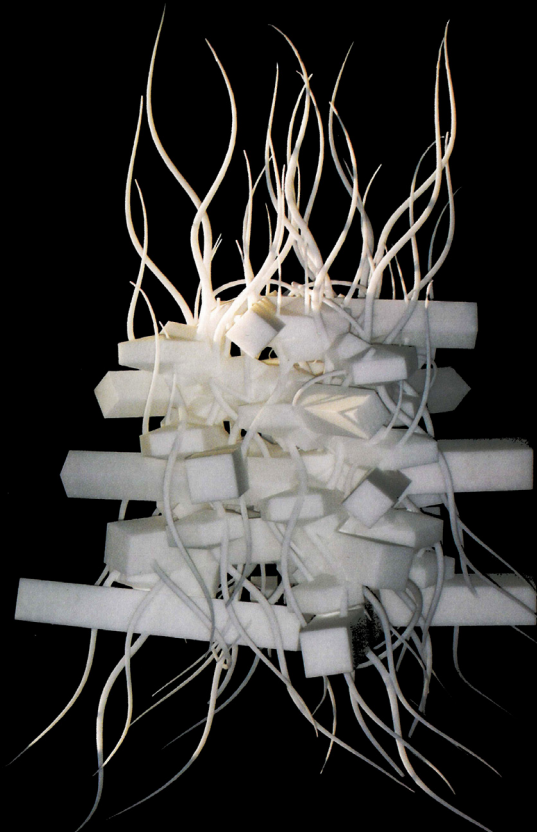
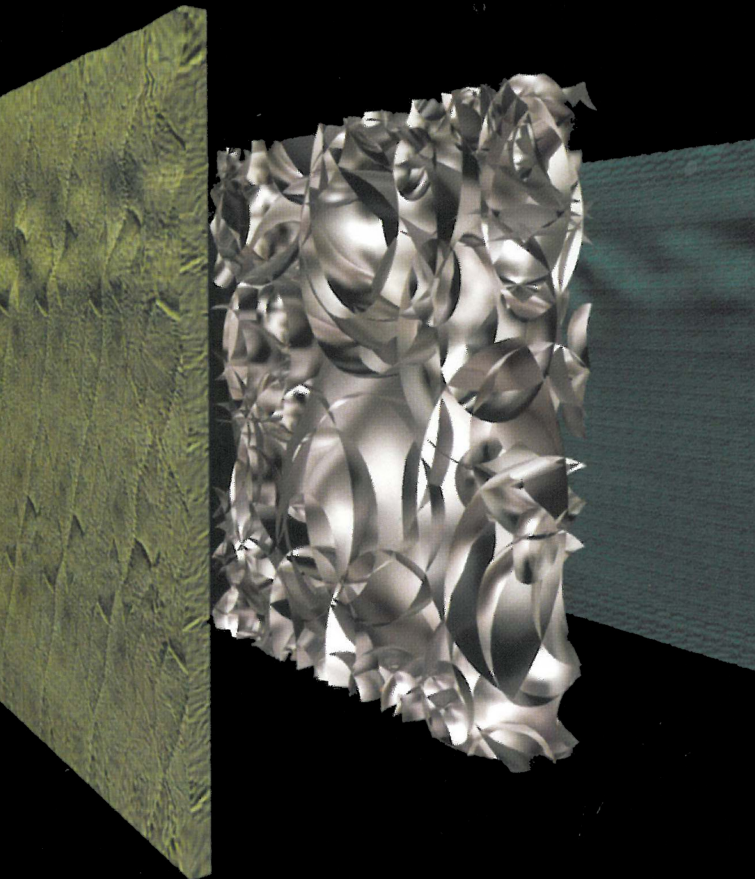
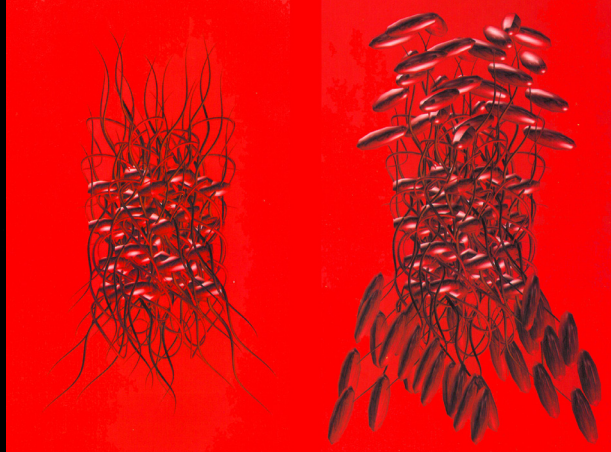
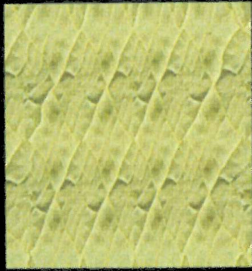
Τα ενσωματωμένα κινητικά συστήματα ενός αρχιτεκτονικού συνόλου αποτελούν μέρος του, και δεν είναι δυνατή η απομόνωσή τους. Υπό το πρίσμα της μεταβολής, ελέγχουν την κίνηση ολόκληρου του συνόλου σαν όγκο. Σε περιπτώσεις αρχιτεκτονικής μεγάλης κλίμακας, όπως για παράδειγμα στην κατασκευή ουρανοξυστών, ο στατικός φορέας μπορεί να θεωρηθεί ένα ενσωματωμένο κινητικό σύστημα. Ενσωματωμένο, διότι αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του συνόλου, και κινητικό, διότι κατά την παρουσία δυνατών ανέμων ή κατά τη διάρκεια ενός ενδεχόμενου σεισμού, η κίνηση των στοιχείων είναι ο μόνος τρόπος να αποφευχθεί οποιαδήποτε κατάρρευση. Σε περιπτώσεις μικρής κλίμακας, τα αντίστοιχα ενσωματωμένα συστήματα παύουν να είναι, πρακτικά, κινηματικά. Χαρακτηριστική είναι η ενδεχόμενη απουσία υπολογιστικών μεθόδων, η κίνηση είναι καθαρά μηχανική.

Τα αναπτυσσόμενα και αποσπώμενα κινηματικά συστήματα διαφέρουν με τα προαναφερθέντα ενσωματωμένα στην ικανότητα μεταφοράς τους εκτός του αρχιτεκτονικού συνόλου. Όπως, όμως, συμβαίνει και στα ενσωματωμένα κινηματικά στοιχεία, δεν είναι απαραίτητη η κίνηση στο εσωτερικό τους. Για παράδειγμα, προκατασκευασμένα στοιχεία στεγάστρου μπορούν να αποτελέσουν αναπτυσσόμενο κινηματικό σύστημα.

Τα συστήματα που ενδιαφέρουν τον αρχιτέκτονα – μελετητή της μεταβολής είναι τα λεγόμενα «δυναμικά κινηματικά συστήματα». Τα συστήματα αυτά απαιτούν την εξωτερική παρεμβολή για την έναρξη της κίνησης, η οποία μπορεί να είναι από πολύ απλή (μηχανική) μέχρι εξαιρετικά σύνθετη (αποτέλεσμα υπολογιστικής διαδικασίας).

Τα κλασικότερα παραδείγματα τέτοιων στοιχείων είναι οι πόρτες και τα παράθυρα σε μία κατοικία, τα συρτάρια ενός επίπλου, ακόμα και τα αναδιπλούμενα έπιπλα. Τα δυναμικά κινηματικά συστήματα μπορούν να είναι μέρος του αρχιτεκτονικού συνόλου ή και μέρος του εξωτερικού του εξοπλισμού.

Η μελέτη του περιβάλλοντος του αρχιτεκτονικού μεταβλητού στοιχείου οδηγούν τον αρχιτέκτονα στη λήψη σημαντικών αποφάσεων όσον αφορά την κίνηση που θα επιτευχθεί στα διάφορα μέρη του συνόλου. Ανάλογα με την κλίμακα της κατασκευής, τον εξοπλισμό, τα υλικά και τις δυνατότητες κίνησης επιλέγεται μία ή και παραπάνω από τις ανωτέρω διαδικασίες. Για παράδειγμα, το μεταβλητό στοιχείο μπορεί να έχει σταθερό στατικό σύστημα και δυναμικά μεταβλητή οροφή, κινητό σκελετό και σταθερό πάτωμα και οροφή, ή ακόμα και σταθερό όγκο με κινηματική μεταβολή εσωτερικού εξοπλισμού και επίπλων.



4.4.3 Βιομιμητικές Διαδικασίες - Biomimetics

Το επόμενο βήμα της μεταβλητότητας στην αρχιτεκτονική είναι η μελέτη της φύσης και των βιολογικών οργανισμών. Οι μεταβολές, είτε ενστικτώδεις, είτε λογικές, που υφίστανται οι οργανισμοί ώστε να δώσουν λύση σε θέματα ζωτικής σημασίας, εμπνέουν τους μελετητές ώστε να εισάγουν τις αντίστοιχες κινηματικές διαδικασίες στο αρχιτεκτονικό έργο. Όπως αναφέρθηκε στην ενότητα των ορισμών, ο Yoseph Bar-Cohen υμνεί τον πειραματισμό στη φύση και την εμπειρία της στη λύση ζωτικών ζητημάτων. Με αυτήν τη λογική, ο άνθρωπος, αναζητώντας σε κάθε πρόβλημα τη βέλτιστη λύση, απευθύνεται στη δοκιμασμένη συνταγή της φύσης.

Το χαρακτηριστικότερο παράδειγμα δανεισμού των λογικών της φύσης αποτελεί η μίμηση του πολυπλοκότερου αλλά και πιο μαγευτικού εργαλείου που χρησιμοποιείται για την εξέλιξη των ειδών, τη ζωή των όντων και την εξέλιξή τους. Πρόκειται για το D.N.A. και το γενετικό κώδικα. Τα τελευταία χρόνια, οι επιστήμονες κατάφεραν να ξεκλειδώσουν τα μυστικά του και να τροποποιήσουν, εν μέρει, τον κώδικα. Με αυτόν τον τρόπο, καταφέρνουν πρωτίστως να απομακρύνουν την πιθανότητα σοβαρών ασθενειών από ένα ζωντανό οργανισμό, δευτερευόντως να εισβάλλουν στη δομή του και να εισάγουν ό,τι χρειάζεται για μια καλύτερη ζωή.²³

Στη μηχανική και στην αρχιτεκτονική οι παραπάνω διαδικασίες αντιστοιχούνται με τη βιομιμητική. Συγκεκριμένα, όταν η μηχανική κίνηση συνδυάζεται με τη λογική, την αίσθηση και την επεξεργασία δεδομένων από το περιβάλλον, τότε έχουμε να κάνουμε με διαδικασίες προερχόμενες από τις κινήσεις του ανθρώπινου (και όχι μόνο) σώματος.

Μελετώντας τη φύση από τη μηχανική της σκοπιά, ο Gary Brown, αναφέρει: «Η οργανική / βιομιμητική θεωρία προέρχεται από το συνδυασμό της μελέτης της φύσης και του περιβάλλοντος που περιέχει πρότυπα και διαδικασίες εξέλιξης που υπόκεινται σε βασικές θεωρίες και κωδικοποιήσεις, και προγραμματικών διαδικασιών όπου η πληροφορία είναι στρατηγικά συνδεδεμένη με αυτές, ώστε να παράγει σχήματα και στρατηγικές συμπεριφοράς, καθιστώντας κάθε επιμέρους στοιχείο ικανό ώστε να αποτελέσει μέρος του όλου συστήματος.»

Με άλλα λόγια, ο αρχιτέκτονας συνδυάζει τη γνώση της φύσης και των σοφών λειτουργιών της, ώστε το κτίριο να αποκτήσει τη δική του, αυτόνομη, παρόμοια συμπεριφορά. Όπως ο κάθε ζωντανός οργανισμός έχει την ιδιαίτερη ικανότητά του να προσαρμόζεται

στο περιβάλλον και να προσαρμόζεται το ίδιο σε οποιαδήποτε κατάσταση, με σκοπό την επιβίωσή του, έτσι και το κτίριο αποκτά την ικανότητα να προσαρμόζεται από μόνο του στο περιβάλλον του. Αυτό οδηγεί σε ανάλογες διαδικασίες, όπως η εύρεση αποτελεσματικών υλικών, κατασκευών, εργαλείων, μηχανισμών, διαδικασιών, αλγορίθμων, κ.ά.

Στη φύση, απαντώνται τρεις κύριες διαδικασίες κατά τις οποίες επιτυγχάνεται η κίνηση των ζωντανών οργανισμών:

- σκελετική κίνηση
- μυϊκή κίνηση
- υδραυλική κίνηση ²⁴

Στην πράξη, η βιομιμητική υπόκειται σε τρία επίπεδα διαδικασιών:

- μορφή: την εύρεση της κατάλληλης μορφής και του κατάλληλου σχήματος που έχει το φυσικό στοιχείο, ώστε να το μιμηθεί ο σχεδιαστής.
- διαδικασία: τη μελέτη της διαδικασίας που ακολουθεί η φύση για να λύσει το οποιοδήποτε πρόβλημα, και, γενικότερα, την ανακάλυψη του θεωρητικού υπόβαθρου για το πώς είναι τα πάντα φτιαγμένα στη φύση.
- σύστημα: την παρατήρηση της λειτουργίας ολόκληρων φυσικών συστημάτων και οικοσυστημάτων, της αλληλουχίας τους και της συνεργασίας τους, ώστε να καθιστούν βιώσιμα. Έπειτα, ο σχεδιαστής μιμείται την ανωτέρω διαδικασία για την ολοένα και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του αρχιτεκτονικού στοιχείου.

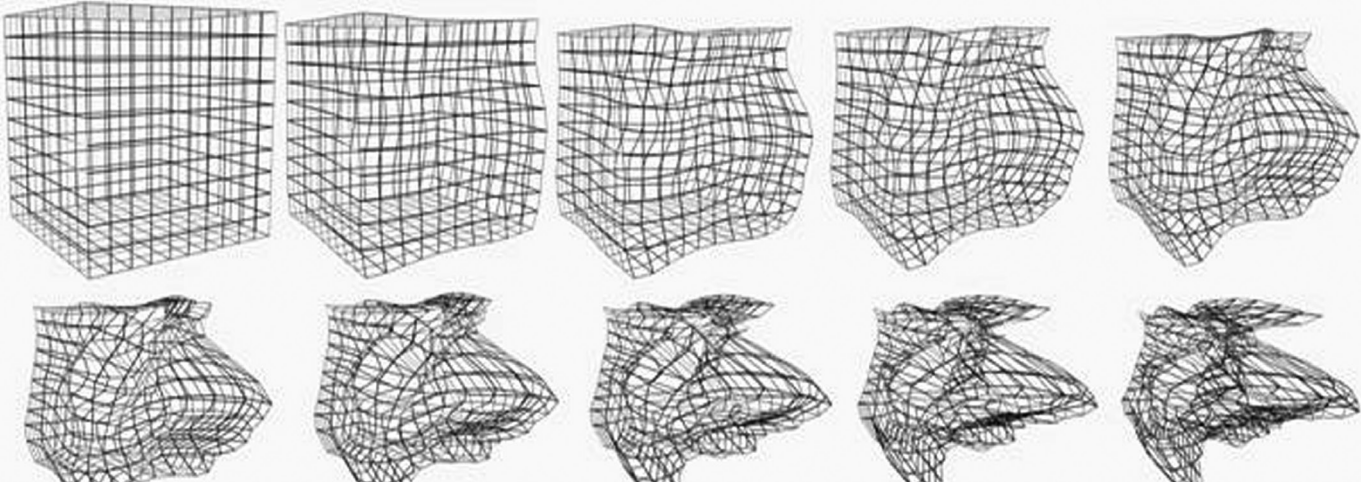
²⁵

Σε ανώτερο επίπεδο, η εισαγωγή της λογικής της κωδικοποίησης **D.N.A. στην αρχιτεκτονική** μπορεί να οδηγήσει στην τελειοποίηση των κατασκευών. Ας ορίσουμε το «γενετικό κώδικα» ενός κτιρίου ως το σύνολο των ιδιοτήτων του στην αρχή της ύπαρξής του (μόλις τελειώσει η κατασκευή). Οι ιδιότητες αυτές θα είναι οι ακόλουθες:

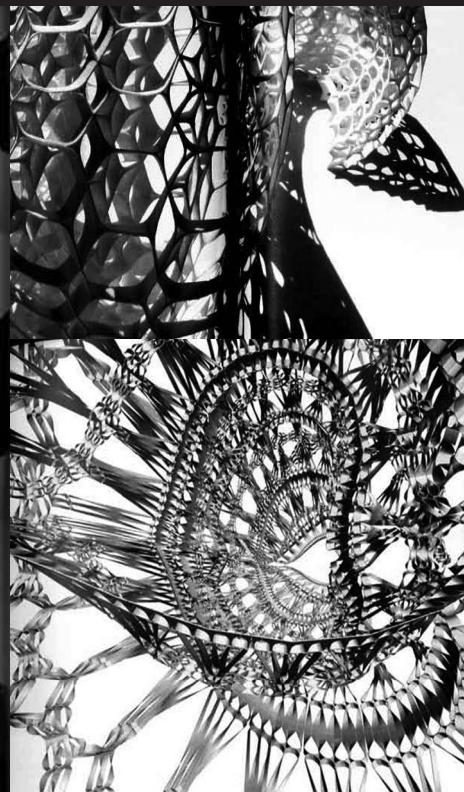
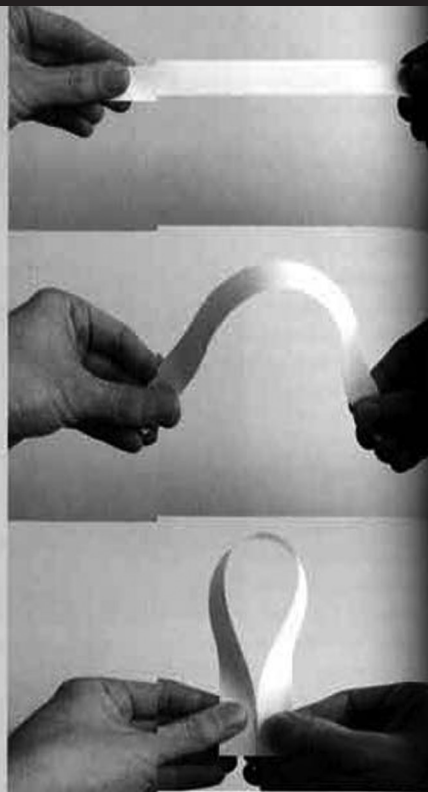
- τοποθεσία
- πολιτισμός
- κλίμα
- υλικά
- τυπολογία
- κατασκευαστική τεχνολογία ²⁶

Με τα παραπάνω μπορούμε να περιγράψουμε κάθε κατασκευή που υφίσταται, με λίγους όρους. Ακολουθως, μπορούμε να σχηματίσουμε το γενετικό κώδικα της κατασκευής, οριοθετώντας εναλλασσόμενες παραμέτρους, τιμές σταθερές και μεταβλητές που ανταποκρίνονται στις παραπάνω ιδιότητες. Έτσι, έχουμε κατασκευάσει το **D.N.A. ενός κτιρίου**, έχοντας δανειστεί από τη φύση το πολυτιμότερο εργαλείο της για τον έλεγχο της ζωής.

Εισάγοντας το παραπάνω «τεχνητό» D.N.A. στην αρχιτεκτονική κάνουμε το πρώτο βήμα για τον έλεγχο των κατασκευών υπό διάφορες καταστάσεις και μεταβολές. Η ανταποκριτική αρχιτεκτονική (responsive architecture), εξ ορισμού, μπορεί να εκμεταλλευτεί στο έπακρο τις δυνατότητες του **D.N.A. των κτιρίων. Η ύπαρξη και η μεταβολή του κτιριακού γενετικού κώδικα**, αποτέλεσμα διαδικασίας της διάδρασης μεταξύ κτιρίου και περιβάλλοντος, επιτρέπουν στο πρώτο να μεταβάλλει τις ιδιότητες του, πάντα προς όφελος των χρηστών.



κατασκευή στοιχείων με NURBs γραμμές
τυπολογία και παραμετρικά μοντέλα



4.5 Ιδιαίτερες Τεχνικές και Μέθοδοι

4.5.1 Ηλεκτρονικός και Ψηφιακός Σχεδιασμός

Με το πέρασμα των χρόνων, τα προγράμματα αποκτούν συμβατές τεχνικές και τρόπους σχεδίασης ώστε να παρέχουν ευκολία στο χρήστη. Τα πιο διαδεδομένα, πλέον, εργαλεία του σύγχρονου σχεδιαστή είναι οι γραμμές NURBs (Non-Uniform Rational B-Splines), η εκτέλεση εντολών scripting και η ύπαρξη παραμέτρων στο μοντέλο.

Οι γραμμές NURBs αποτελούν την πιο διαδεδομένη μορφή γραμμικών και καμπύλων στοιχείων και σχημάτων στα ψηφιακά προγράμματα. Το μοντέλο τους υπόκειται σε μαθηματικούς υπολογισμούς οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να παραστήσουν καμπύλες και επιφάνειες οι οποίες έχουν ιδιαίτερη ευελιξία και ελευθερία κινήσεων. Τα μοντέλα που προκύπτουν από τη δημιουργία ενός NURBs στοιχείου μπορούν να έχουν αυτόνομη γεωμετρία, να εμπεριέχουν σύνδεση καθενός σημείου με τα υπόλοιπα, αλλά και σύνδεση όλων των σημείων μεταξύ τους. Για παράδειγμα, μια τεθλασμένη NURBs γραμμή, αποτελείται από διαδοχικά σημεία, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους και δημιουργούν καμπυλότητα το ένα σε σχέση με το άλλο. Επιπλέον, υπάρχει και ο βαθμός ελευθερίας που αντιστοιχεί σε ολόκληρο το στοιχείο, επιτρέποντας την επεξεργασία της καμπυλότητάς του.

Αφού έχουν δημιουργηθεί τα τρισδιάστατα στοιχεία, εφικτή είναι η εισαγωγή του παραμετρισμού. Σύμφωνα με τις αρχές του παραμετρικού σχεδιασμού, η εισαγωγή παραμέτρων επηρεάζει το μοντέλο με έναν μοναδικό τρόπο, καθώς κάθε τιμή της εισαγόμενης παραμέτρου μπορεί να έχει ένα μοναδικό αποτέλεσμα. Κάθε φορά που αλλάζει μια παράμετρος διαφοροποιείται ολόκληρο το μοντέλο, έστω και για λίγο.

Οι παράμετροι που χρησιμοποιούνται κατά τη σχεδίαση στα πρότυπα του παραμετρικού σχεδιασμού μπορούν να είναι άπειρες, να έχουν μαθηματική σχέση (π.χ. παράμετροι που προκύπτουν από συναρτήσεις και εξισώσεις), γεωγραφική σχέση (π.χ. παράμετροι που προκύπτουν από το υψόμετρο του οικοπέδου ή τη γεωγραφική του θέση), φυσική σχέση (π.χ. παράμετροι που προκύπτουν από φυσικά μεγέθη όπως η βαρυτική και μαγνητική έλξη) κ.ά. Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι η διαφοροποίηση του ψηφιακού μοντέλου, σύμφωνα με τους προαναφερθέντες εξωτερικούς παράγοντες.

Βοηθητικό εργαλείο στον ηλεκτρονικό σχεδιασμό είναι και ο προγραμματισμός μέσω «scripting». Ως scripting ορίζεται η διαδικασία γραφής ενός απλού προγράμματος σε μια

ωφέλιμη γλώσσα, σε μια γλώσσα προγραμματισμού που την καταλαβαίνει το σύστημα. Κάθε πρόγραμμα συνήθως έχει τη δική του γλώσσα προγραμματισμού (π.χ. «MEL» για το Maya, «Rhino script» για το Rhino κ.λπ.), σε βαθμό τέτοιο ώστε η κάθε μία να χρησιμοποιείται σε παγκόσμιο επίπεδο. Με την εφαρμογή scripting είναι δυνατή η δημιουργία τρισδιάστατων στοιχείων απλά με την πληκτρολόγηση εντολών και την εκτέλεσή τους. Σε ιδιαίτερες περιπτώσεις, όπως με την επαναληπτικότητα εντολών, όπου μία ή περισσότερες παράμετροι διαφοροποιούνται, μπορούμε να επιτύχουμε την εύκολη δημιουργία σαφώς πιο πολύπλοκων σχημάτων.

Ένα ακόμα βοηθητικό εργαλείο στον ψηφιακό σχεδιασμό είναι και η δημιουργία αλγορίθμων και αλγοριθμικών διαδικασιών. Ως αλγόριθμος ορίζεται ένα σύνολο πεπερασμένων εντολών οι οποίοι αποσκοπούν στη λύση ενός συγκεκριμένου προβλήματος, η οποία λύση μπορεί να επέλθει με διάφορους τρόπους, κατόπιν πάντα βήμα-προς-βήμα διαδικασιών.

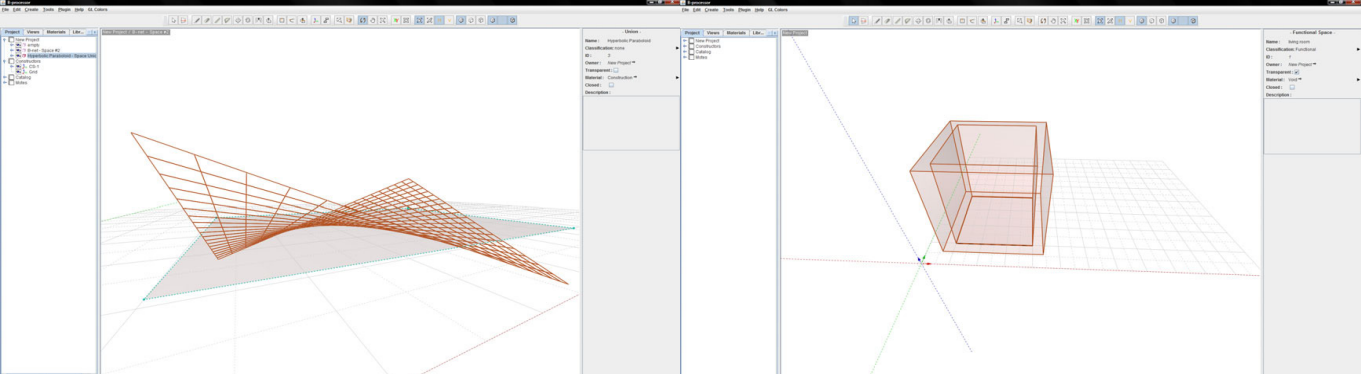
Σύμφωνα με το Maros Novak, οι αλγόριθμοι στην αρχιτεκτονική μπορούν να χρησιμοποιηθούν με παρόμοιο τρόπο με αυτόν όπως συντίθεται μια μουσική σύνθεση. Ο συγκεκριμένος αρχιτέκτονας χρησιμοποιεί υπολογιστικούς αλγορίθμους, που είχαν ως αρχικό σκοπό ύπαρξης τη σύνθεση μουσικής, ούτως ώστε να συνθέσει αρχιτεκτονική. Ταυτόχρονα, με τη χρήση αλγορίθμων, το αρχιτεκτόνημα του Novak μπορεί να αλλάζει μορφές και ιδιότητες στο χώρο, αλλά και στο χρόνο (αποκτώντας έτσι ιδιότητες στον 4-διάστατο χώρο, που όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη παράγραφο αποτελείται από το χώρο σε συνδυασμό με το χρόνο). Οι κινήσεις στα συγκεκριμένα έργα αναφέρονται από τον ίδιο το Novak ως «μελωδίες» (melodies), οι οποίες ελέγχονται από την κίνηση οποιουδήποτε βρίσκεται μέσα στο κτίριο.²⁷

4.5.2 Χρήση Μαθηματικών

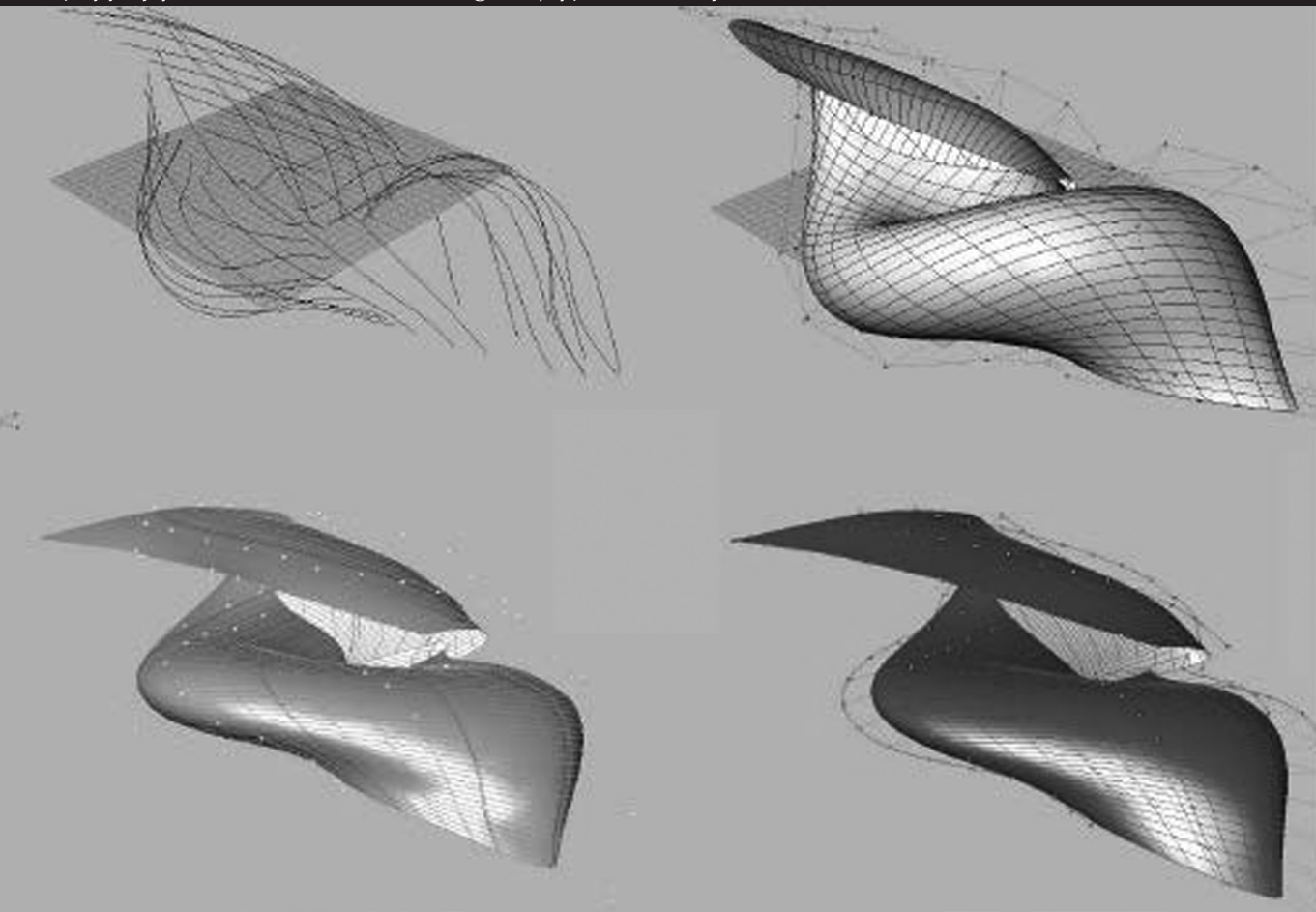
Ξεχωριστή θέση στην κατασκευή της διαδραστικής και της αποκριτικής ικανότητας κατέχει και η επιστήμη των Μαθηματικών. Τα μαθηματικά μοντέλα επεκτείνουν τις δυνατότητες που αναφέρονται στην ενότητα της «ψηφιακής τεχνολογίας – **embedded computation**», και αποτελούν μία πραγματικά χρήσιμη βοήθεια για τους σχεδιαστές. Πολλές φορές, η μεταβλητότητα στην αρχιτεκτονική έχει ως σκοπό την ελαχιστοποίηση ή τη μεγιστοποίηση μιας παραμέτρου, τη μείωση ή την αύξηση άλλων, και παρόμοιες αλγεβρικές διαδικασίες. Έτσι, οι ειδικές αναλύσεις που απαιτούνται μέσω ψηφιακών συστημάτων, πραγματοποιούνται πολύ πιο γρήγορα και με μεγαλύτερη ακρίβεια, όταν έχουν σχεδιαστεί τα αντίστοιχα μαθηματικά μοντέλα και οι αντίστοιχες μαθηματικές διαδικασίες.

Η χρήση των μαθηματικών βοηθάει τον αρχιτέκτονα να εκτελέσει διάφορες διαδικασίες, όπως:

- προσδιορισμός των θέσεων ισορροπίας της κατασκευής
- ελαχιστοποίηση της μάζας του στοιχείου
- ελαχιστοποίηση φορτίων στα δομικά στοιχεία
- υπολογισμός φορτίων κάθε είδους (φορτία μάζας, θερμικά φορτία, κ.λπ.)
- τοποθέτηση και αναγνώριση των αισθητήρων
- καθορισμός της απαιτούμενης ενέργειας για το μετασχηματισμό της κατασκευής
- υπολογισμός της τοποθεσίας περιβαλλοντολογικών συστημάτων (ύγρανση, ηλιοφάνεια, θέρμανση κ.ά.)²⁸



εφαρμογή wireframe και contouring σε ψηφιακά πολύγωνα



4.5.3 Wireframe, Contouring Polygons

Όταν μας απασχολεί η δομή του μοντέλου και οι τρόποι σύνδεσης ενός στοιχείου με κάποιο άλλο, τότε οι χρησιμότερες τεχνικές που συμπεριλαμβάνονται στη 3D επεξεργασία είναι αυτές που έχουν να κάνουν με την εξαγωγή **wireframe γραμμών και contouring polygons**.

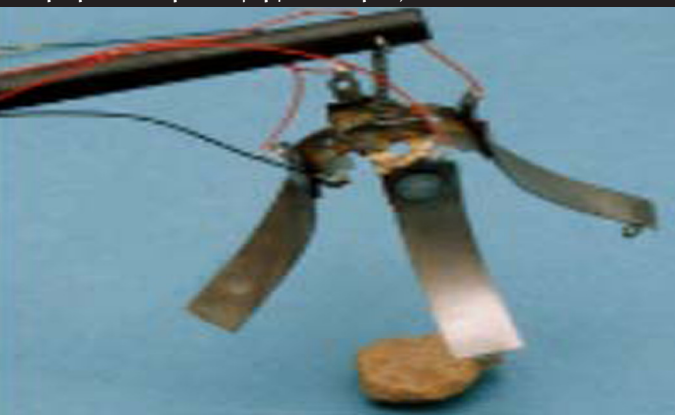
Η προοπτική wireframe παρουσιάζει στην οθόνη του υπολογιστή το μοντέλο σύμφωνα με τις γενέτειρες γραμμές του, χωρίς να απασχολεί το πρόγραμμα για το τι συμβαίνει ενδιάμεσα. Για παράδειγμα, η wireframe απεικόνιση ενός κύβου είναι οι 12 ακμές του, ενώ μια σφαίρας μπορούν να είναι οι παράλληλες γραμμές και οι μεσημβρινοί.

Αντίστοιχα, με εφαρμογή contouring εντολών σε ένα τρισδιάστατο στοιχείο, δημιουργούνται διαδοχικές παράλληλες τομές ανά σταθερό βήμα, είτε στο περίγραμμα, είτε στο σύνολο του σώματος του στοιχείου. Οι τομές αυτές παρουσιάζονται ως σύνολο 2D επιφανειών και γραμμών, και η απομόνωσή τους, στη συνέχεια, οδηγεί στην κατασκευή του στοιχείου «κομμάτι-κομμάτι».

Η ομοιότητα των δύο τεχνικών είναι ότι εξάγονται 2D στοιχεία και μέλη, τα οποία απαρτίζουν το αντικείμενο. Το στερεό μετατρέπεται σε σύνολο γραμμών και επιφανειών, οι οποίες στη συνέχεια μπορούν να απομονωθούν και να κατασκευαστούν ξεχωριστά. Κατά την τελική φάση της κατασκευής, υφίστανται εκ νέου συνδέσεις και ενοποιήσεις, δημιουργώντας το πραγματικό κατασκευασμένο μοντέλο.^{29, 30}



ρομποτική και ψηφιακοί μύς



4.5.4 Ρομποτική

Σημαντικό κομμάτι της νέας τεχνολογίας, αποτέλεσμα των βιομιμητικών διαδικασιών και της συνεργασίας της κινηματικής με τους ενσωματωμένους ψηφιακούς υπολογισμούς είναι η εξέλιξη της ρομποτικής. Όπως αναφέρθηκε στην ενότητα των ορισμών, η βιομιμητική δανείζεται διαδικασίες και μορφές από τη φύση, ούτως ώστε να επιτύχει τη λύση ανθρώπινων προβλημάτων. Έτσι, η μίμηση των κινήσεων και της συμπεριφοράς των ζωντανών οργανισμών επιδιώκει την καλύτερη προσαρμογή του τεχνητού στοιχείου στο περιβάλλον και την επιβίωσή του εκ των έσω, με την ελάχιστη, δηλαδή, παρέμβαση του ανθρώπινου παράγοντα.

Οι τρόποι με τους οποίους επιτυγχάνεται η ρομποτική είναι αφ' ενός η χρήση ικανών υλικών που ανταποκρίνονται στις απαιτούμενες κινήσεις, αφ' ετέρου η συνεργασία τους με εξειδικευμένα ψηφιακά ηλεκτρονικά συστήματα. Ο σκοπός είναι η επίτευξη του καλύτερου τρόπου με τον οποίο το τεχνητό ον θα ανταποκρίνεται σε ερεθίσματα ή σε αλλαγές του περιβάλλοντος, όπως ακριβώς πράττει ένας ζωντανός οργανισμός.

Ο υλικός χαρακτήρας της ρομποτικής είναι αρκετά σημαντικός, καθώς απαραίτητη είναι η εύρεση των υλικών που μπορούν να μιμηθούν καλύτερα το σκελετικό και μυϊκό σύστημα ενός ζωντανού οργανισμού. Οι εξαιρετικές επιδόσεις των μετάλλων τα καθιστούν ικανότατα στο να υποστηρίξουν το σκελετικό σύστημα, ενώ η δυσκολία έγκειται στην εύρεση του κατάλληλου υλικού προς υποστήριξη του μυϊκού συστήματος. Τα τελευταία χρόνια γίνεται χρήση ηλεκτροενεργών πολυμερών υλικών (*electroactive polymers - E.A.P.*), οι ιδιότητες των οποίων τα καθιστούν μια εξαιρετική λύση.

Τα **E.A.P. υλικά έχουν παραπλήσιες ιδιότητες με τους φυσικούς μύς, όπως ελαστικότητα, ανθεκτικότητα και αντοχή στις βλάβες και στην κόπωση από βάρη.** Επίσης, συστέλλονται, διαστέλλονται και κάμπτονται με παρόμοιο τρόπο όπως οι φυσικοί μύες, ώστε να υποστηρίξουν τις απαιτούμενες κινήσεις. Με αυτόν τον τρόπο, είναι ικανή κάθε κίνηση των τεχνητών μυών από E.A.P., ενώ μπορούν να πάρουν οποιοδήποτε σχήμα, προκειμένου να εκτελέσουν κατά τον καλύτερο τρόπο τις λειτουργίες τους.

Στα ρομποτικά συστήματα υφίσταται διάδραση σε μεγάλο βαθμό, έτσι απαραίτητη είναι η εισαγωγή ψηφιακών συστημάτων που επιτρέπουν την ανίχνευση ερεθισμάτων και την εκτέλεση ενσωματωμένων υπολογισμών. Τα ψηφιακά συστήματα συνδέονται με

τα μηχανικά μέρη του ρομπότ, που όπως προαναφέρθηκε αποτελούνται από μεταλλικά σώματα και από υλικά όπως τα ΕΑΡ. Η σύνδεση επιτυγχάνεται με τα αποκαλούμενα «μικροηλεκτρονικά μηχανικά συστήματα» (*micro-electro-mechanical-systems – M.E.M.S.*), και έτσι δημιουργούνται ψηφιακά ρομποτικά σύνολα, με ικανότητες ανίχνευσης ερεθισμάτων, σκελετικής και μυϊκής κίνησης.

Σε κάθε περίπτωση, το ρομποτικό στοιχείο δεν είναι μόνο «τεχνητός άνθρωπος» ή «τεχνικό ζώο», καθώς η διαδικασία κατασκευής του χρησιμοποιείται ευρέως σε περιπτώσεις που εισάγεται η μεταβλητότητα στην αρχιτεκτονική. Το διαδραστικό σύστημα, αποτέλεσμα της συνεργασίας κινηματικής και ενσωματωμένων υπολογισμών, ουσιαστικά αποτελεί ένα ρομπότ μεγάλης κλίμακας που συνεργάζεται με το κτίριο και το χρήστη. Η διάδραση και η βιομημητική διαδικασία παίρνουν έτσι μια πιο «αληθοφανή» μορφή, πάντα με γνώμονα την εκμετάλλευση των μηχανισμών της φύσης προς όφελος του ανθρώπου, επιλύοντας τα προβλήματά του.³¹

4.5.5 Ψηφιοποίηση, Τριγωνοποίηση

Σύμφωνα με ορισμούς της διεθνούς βιβλιογραφίας, η ψηφιοποίηση είναι ο διαμερισμός του συνεχούς χώρου ο οποίος αποτελείται από στοιχειώδες κυψελοειδείς περιοχές. Ως αποτέλεσμα της δράσης της ψηφιοποίησης, ο χώρος **απαρτίζεται αποκλειστικά** από κυψελοειδείς περιοχές, οι οποίες εφάπτονται, αλλά ποτέ δεν τέμνονται.

Η διαδικασία της ψηφιοποίησης σε ένα χώρο δεν είναι μοναδική, καθώς μπορούν να υπάρχουν άπειρες λύσεις, αν δεν προστίθενται περιορισμοί.

Στη μελέτη μας δεν αναφερόμαστε αποκλειστικά στην τριγωνοποίηση, καθώς ο διαμερισμός του χώρου μπορεί να έχει αποτέλεσμα μη τρίγωνες περιοχές. Παρ' όλα αυτά, σύμφωνα με την Ευκλείδεια Γεωμετρία, το τρίγωνο είναι το γεωμετρικό σχήμα με το μικρότερο πλήθος πλευρών, άρα η τριγωνοποίηση μπορεί να θεωρηθεί ως η απόλυτη, τέλεια και πεπερασμένη ψηφιοποίηση.

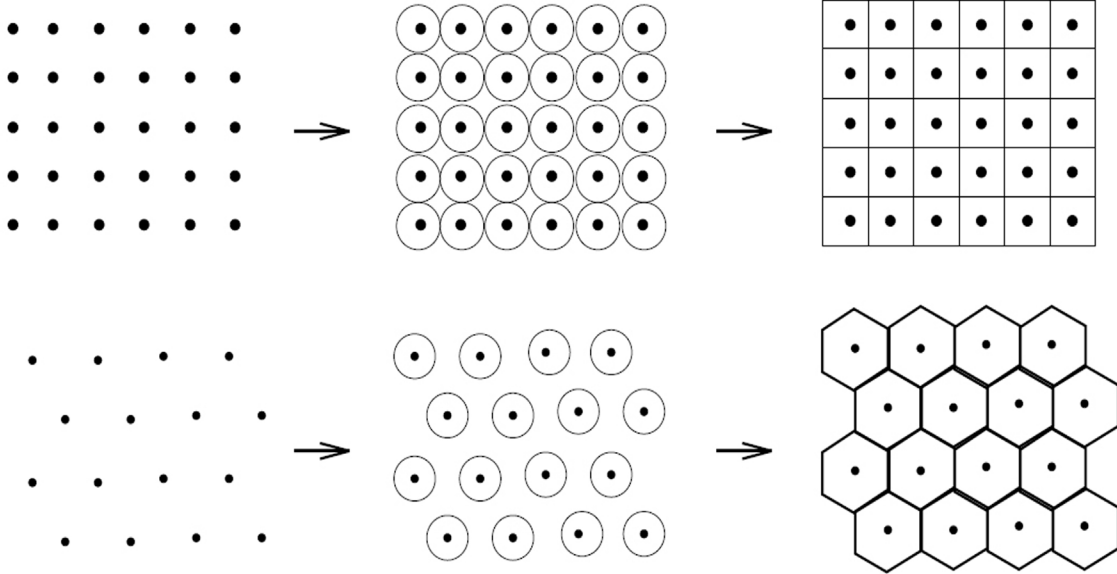
Η συγκεκριμένη τεχνική, έχει το πλεονέκτημα του ότι επιτρέπει σε κάθε στοιχείο, είτε καμπύλο είτε όχι, να αναλυθεί σε επιφάνεια. Ακόμα και το πιο πολύπλοκο καμπύλο στοιχείο μπορεί να αναλυθεί με ακόμα περισσότερες εφαρμογές ψηφιοποίησης σε μικρότερα, θεωρητικά επιφανειακά, στοιχεία.

Στην ψηφιοποίηση, υπάρχουν 2 γενικές κατευθύνσεις: η μία ορίζει τη διαδικασία ως την κατανομή σημείων χωρικά, ούτως ώστε να προκύψουν οι κυψελοειδείς περιοχές, ενώ η δεύτερη αφορά την επιλογή ενός συγκεκριμένου χωρικού μοντέλου και την επανάληψή του στο σύνολο, ούτως ώστε το τελευταίο να καλυφθεί πλήρως.

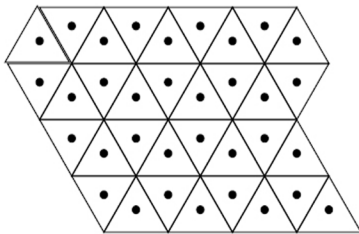
Η πρώτη κατεύθυνση είναι η πιο διαδεδομένη, καθώς κατά κανόνα μπορεί να οδηγήσει οπωσδήποτε σε λύση, ανεξάρτητα από το είδος, το πλήθος, το σχήμα ή το μέγεθος των δημιουργηθείσων κυψελών. Αντίθετα, η δεύτερη κατεύθυνση δεν οδηγεί πάντα σε λύση, καθώς είναι μεν δυνατή η ύπαρξη σημείων με ανομοιόμορφη κατανομή, πολλές φορές όμως δεν είναι ικανή να δημιουργήσει νοητές μη τέμνουσες περιοχές, που θα πληρούν τους κανόνες της ψηφιοποίησης.

Η πιο απλή μέθοδος ψηφιοποίησης είναι η χωρική κατανομή σημείων. Τα σημεία του χώρου ορίζουν μια μικρότερη περιοχή γύρω τους, η οποία καλύπτεται με τη μορφή της σταγόνας, μέχρις ότου να συναντήσει τη γειτονική περιοχή.

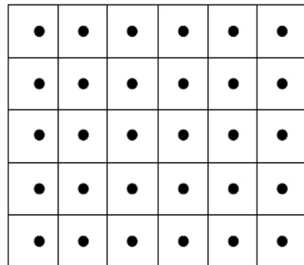
Δύο ή περισσότερες κυψέλες ποτέ δεν μπορούν να τέμνονται, ενώ με το πέρας της διαδικασίας δεν πρέπει να αφήνεται κενός χώρος. Επίσης, η συνηθέστερη και γρηγορότερη



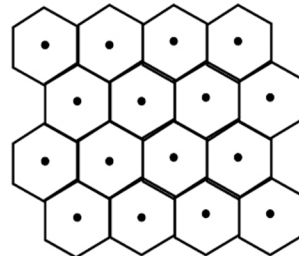
ψηφιοποίηση με δεδομένα σημεία στο χώρο



triangular



square



hexagonal

διαδικασία είναι αυτή με τη μικρότερη δυνατή απόσταση μεταξύ σημείου P και κυψέλης Vr. Οι κυψέλες ορίζονται ως το σύνολο των νέων σημείων τα οποία είναι πιο κοντά στο P από οποιοδήποτε άλλο σημείο του χώρου. Η διαδικασία έχει ως αποτέλεσμα ομοιόμορφη κατανομή και ψηφιδοποίηση, όπως και μικρότερες αποστάσεις.

Η ψηφιδοποίηση μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα κυψέλες διάφορων σχημάτων και διάφορων κατανομών. Ως παραδείγματα μπορούν να αναφερθούν:

- ομοιόμορφη κατανομή
- ημι-ομοιόμορφη κατανομή
- μη ομοιόμορφη κατανομή

που αντίστοιχα οδηγούν σε:

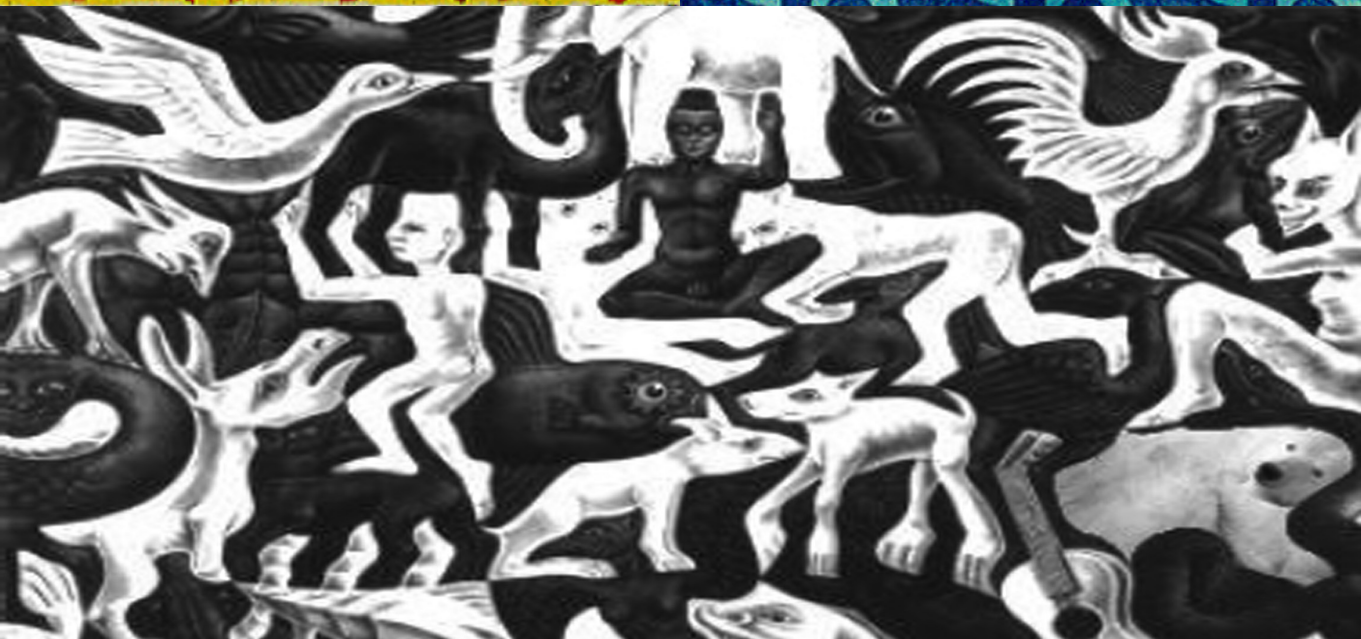
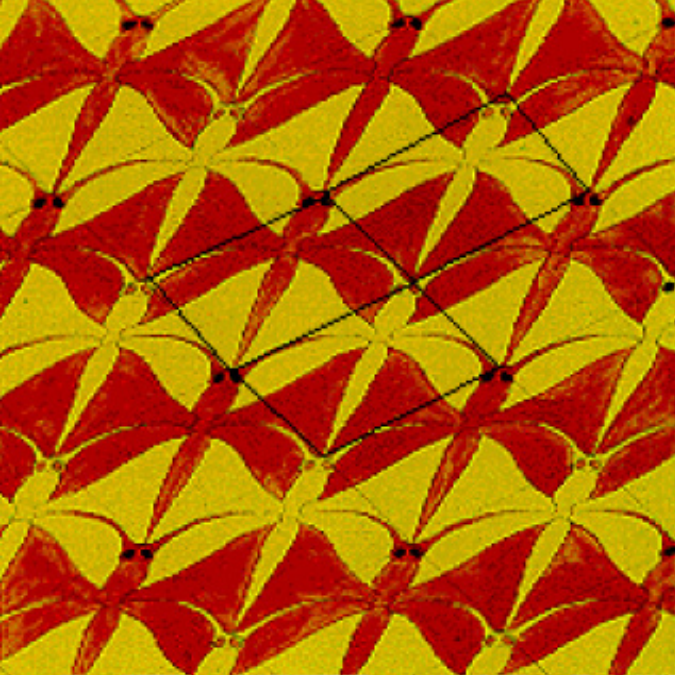
- κλασική ψηφιδοποίηση
- ψηφιδοποίηση Voronoi (Voronoi Tessellation)

Ανάλογα με το σχήμα των κυψελών έχουμε τετράγωνη, εξαγωνική (κυψελιδική), τριγωνική ψηφιδοποίηση, κ.ο.κ.

Κατά την ομοιόμορφη κατανομή, όλες οι πλευρές των κατασκευασμένων πολυέδρων έχουν το ίδιο μήκος και όλες οι δημιουργηθείσες γωνίες είναι ίσες. Τα πολύεδρα, όπως αναφέρθηκε, είναι, συνήθως, τετράγωνα, εξάγωνα και (κατά την απόλυτη λύση) τρίγωνα. Κάθε σημείο κατέχει τη δική του μοναδική κυψέλη, και αντίστοιχα κάθε κυψέλη περιλαμβάνει ένα και μόνο σημείο. Τέλος, κάθε σημείο της κυψέλης μπορεί να εφάπτεται και να επικοινωνεί με συγκεκριμένο πλήθος γειτονικών σημείων (π.χ. σε τετράγωνη ψηφιδοποίηση το πλήθος είναι 8, 4 από τις πλευρές, 4 από τις γωνίες, ενώ σε εξάγωνη ψηφιδοποίηση το αντίστοιχο πλήθος είναι 6, όσες και οι πλευρές).

Τα πολύεδρα μπορεί να είναι ίσα μεταξύ τους, αλλά μπορούν να είναι απλώς όμοια, με την έννοια ότι μια περιστροφή 180° είναι αρκετή για να χαρακτηριστούν ίσα. Η κλασική περίπτωση ομοιότητας και μη ισότητας είναι στην ισόπλευρη τρίγωνη ψηφιδοποίηση, όπου τα γειτονικά ισόπλευρα τρίγωνα είναι στραμμένα κατά 180° το ένα με το άλλο.

Η ημι-ομοιόμορφη κατανομή έχει ακριβώς τις ίδιες ιδιότητες με την ομοιόμορφη, με τη διαφορά ότι δεν υπάρχουν τόσο αυστηροί γεωμετρικοί κανόνες. Τα πολύεδρα μπορούν να «σπάνε», να αλλάζουν μορφή, κλίμακα και διαστάσεις, ανάλογα με τις θέσεις των σημείων, ή τις επιλογές του κατασκευαστή. Έτσι, μπορούμε να έχουμε διαφορετικούς τύπους σχημάτων (τετράγωνο που ακολουθείται από δύο ισοσκελή όμοια τρίγωνα 45°), διαφορετικές γωνίες, διαφορετικό πλήθος πλευρών κ.λπ.



ψηφιοποίηση με εικόνες

Στην πράξη, όταν έχουμε συγκεκριμένο πλήθος σημείων και οδηγούμαστε σε συγκεκριμένο πλήθος κυψελών, χωρίς κάποιον περαιτέρω κανόνα, τότε χρησιμοποιούμε ημι-ομοιόμορφη κατανομή. Οι προθέσεις καλύπτονται, οι κυψέλες δεν τέμνονται, εφάπτονται η μία με την άλλη, καλύπτεται όλος ο χώρος, αλλά ταυτόχρονα παρέχεται ελευθερία κινήσεων και δημιουργικότητα στο σχήμα των κυψελών.

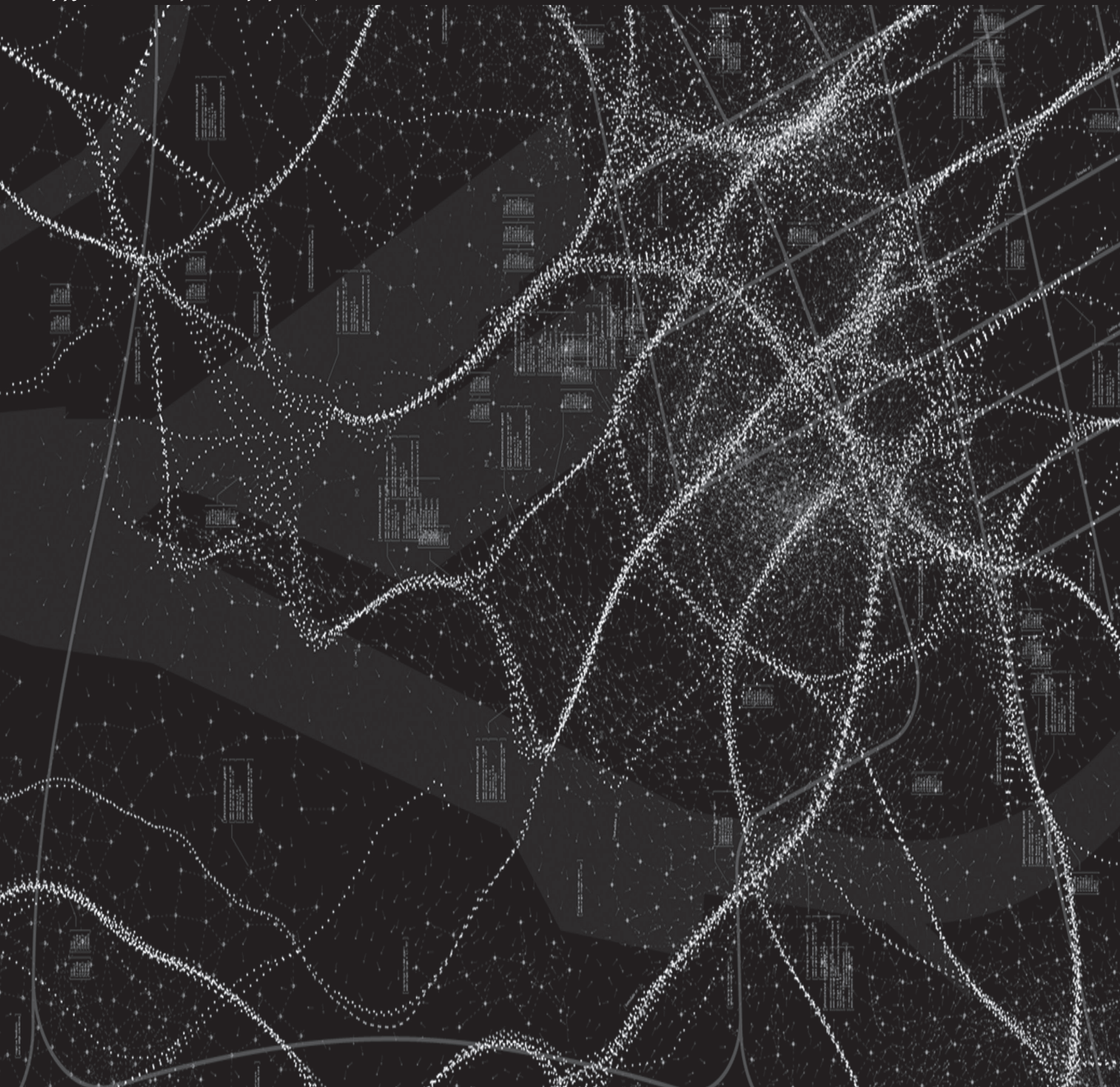
Αξιοσημείωτο είναι ότι, εφαρμόζοντας γεωμετρικούς κανόνες, ακόμα και η ημι-ομοιόμορφη κατανομή ψηφιδοποίησης έχει μόλις 21 λύσεις, εκ των οποίων οι 11 μόνο οδηγούν σε διαμερισμό χώρου. Οι συγκεκριμένοι αριθμοί προκύπτουν ύστερα από μαθηματικές και αλγοριθμικές διαδικασίες, και έχοντας ορισμένους γεωμετρικούς κανόνες υπ' όψιν (π.χ. αρχή της μικρότερης απόστασης).

Τέλος, υπάρχει και η μη-ομοιόμορφη κατανομή ψηφιδοποίησης, όπου επαναλαμβανόμενα σχήματα, ίδιων ή διαφορετικών σχημάτων μπορούν να καλύψουν το σύνολο ενός χώρου. Τα σχήματα μπορούν να μην οριστούν ως κάποιο από τα γνωστά μας γεωμετρικά μεγέθη, πληρούν όμως πάντα τους κανόνες που ορίζουν την ψηφιδοποίηση (π.χ. κυψέλες σχήματος αστεριού, μισοφέγγαρου, κύκλου, που πάντα θα είναι εφαπτόμενες, μη τέμνουσες και θα καλύπτουν ολόκληρο τον ψηφιδοποιημένο χώρο).

Φυσικά, το τρισδιάστατο μοντέλο είναι δυνατόν να υποστεί πολυάριθμες μετατροπές με παραπάνω από μία διαδικασίες. Για παράδειγμα, με την τριγωνοποίηση μπορεί μια καμπύλη να αναλυθεί σε μικρότερες και περισσότερες δισδιάστατες επιφάνειες, οι οποίες στη συνέχεια μπορούν είτε να αναλυθούν με προοπτική wireframe, είτε να υποστούν διαδοχικές contouring τομές.

Σε γενικές γραμμές, το κάθε αρχιτεκτονικό στοιχείο είναι ξεχωριστό. Έτσι, ξεχωριστός είναι πάντα ο σχεδιασμός τους, όπως και ξεχωριστή καθίσταται σε κάθε περίπτωση η κατασκευή του.³²

αρχιτεκτονική του σμήνους



4.5.6 Σμήνος, Σύννεφο Σημείων

Λιγότερο χρησιμοποιημένη, αλλά σημαντική μέθοδος είναι αυτή του «σμήνους» ή «σύννεφου σημείων» (point cloud), η οποία αποσκοπεί στην περιγραφή του όγκου με σημεία και χωρικές σχέσεις. Ύστερα από την ψηφιακή περιγραφή, λαμβάνονται υπ' όψιν μαθηματικοί υπολογισμοί, προσδιορισμοί συντεταγμένων και συνεχίζεται η κατασκευαστική διαδικασία.

Η συμπεριφορά του «σμήνους» στο interactive διέπεται από ορισμένους κανόνες:

- διατήρηση μιας ελάχιστης απόστασης του κάθε στοιχείου από τα γειτονικά του
- προσαρμογή της ταχύτητάς του ανάλογα με τη θέση και την ταχύτητα των γειτονικών στοιχείων
- κίνηση προς την κατεύθυνση που κινείται το σύνολο του σμήνους ³³

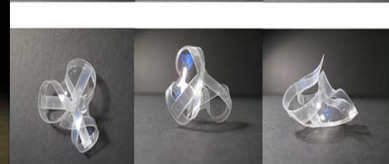
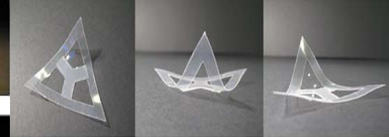
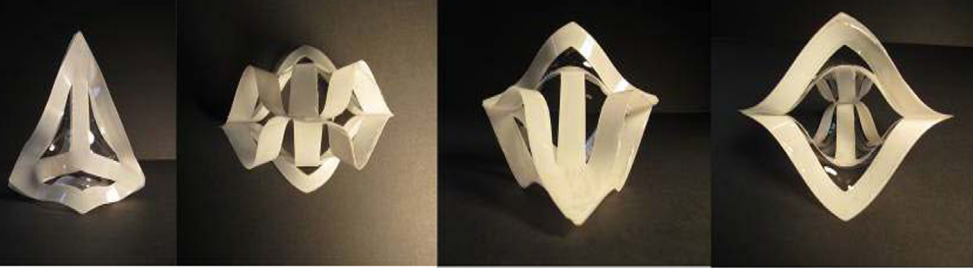
4.5.7 Νέα Υλικότητα

Οι νέες τεχνικές που αναπτύσσονται με σκοπό την εύκολη κατασκευή διαδραστικών στοιχείων προϋποθέτουν τη χρήση των κατάλληλων υλικών. Η τεχνολογία εξελίσσεται με τέτοιο τρόπο, ώστε, καθημερινά, νέα υλικά να κάνουν την εμφάνισή τους στο χώρο, το καθένα με τις δικές του, μοναδικές ιδιότητες και με τις δικές του παρεχόμενες ευκολίες.

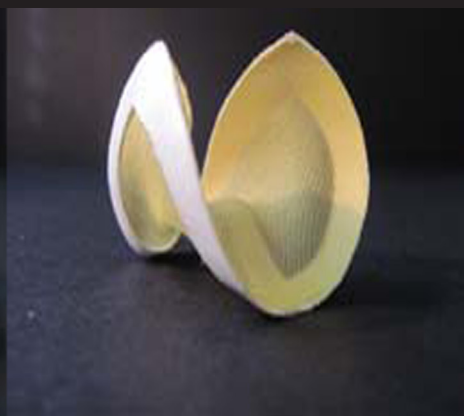
Κάθε προϋπάρχον συμβατικό υλικό έχει τις δικές του ιδιότητες και τους δικούς του περιορισμούς. Το τούβλο, το σκυρόδεμα και το ξύλο δεν μπορούν να παρέχουν ευελιξία και ευκολίες στον κατασκευαστή, ο οποίος τίθεται συχνά αντιμέτωπος με τις περιορισμένες δυνατότητές τους και τις αντιστάσεις τους. Τα νέα, σύνθετα υλικά προσφέρουν ιδιαίτερες ιδιότητες στο κέλυφος και στο σχήμα ενώ, ταυτόχρονα, αυξάνουν και ευνοούν τη μακροπρόθεσμη απόδοσή τους. Επίσης, είναι κατασκευασμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να ευνοούν την ψηφιοποίηση του στοιχείου, την τριγωνοποίηση του, ή την εμφάνιση της δομής και του σκελετού του.

Τα χαρακτηριστικά που μπορούν να έχουν τα νέα κατασκευαζόμενα υλικά είναι τα εξής:

- ιδιαίτερη λεπτότητα



νέα υλικότητα - νέα, ευέλικτα και εύπλαστα υλικά



- ιδιότητες που αλλάζουν με δυναμικό τρόπο
- σύνθεση που διαφοροποιείται εκ κατασκευής
- εύρος επιλογών για την εμφάνιση και την οπτική τους.

Επιπλέον, οι νέες καινοτομίες τη δυνατότητα να περιέχονται μηχανικά, ψηφιακά και διαδραστικά συστήματα ακόμα και μέσα στο υλικό.³⁴

Όταν, πλέον, το αρχιτεκτονικό στοιχείο υφίσταται εξ' ολοκλήρου κατασκευασμένο, συμπεριφέρεται σε πραγματικό χρόνο και αυτή η συμπεριφορά δεν πρέπει να εμποδίζεται από εξωτερικούς παράγοντες. Έτσι, η κατασκευή του κελύφους πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ούτως ώστε αυτό να μην είναι στατικό και να έχει επιτευχθεί με τέτοια υλικά ώστε να προσδίδεται ελευθερία κινήσεων.³⁵

Η νέα σχέση σχεδιασμού – υλικού – κατασκευής έχει ως αποτέλεσμα τη λεγόμενη «απαλή αρχιτεκτονική» (smooth architecture), όπως αναφέρεται συχνά στη διεθνή βιβλιογραφία. Ο χρήστης – παρατηρητής που παρακολουθεί και ζει στο αρχιτεκτονικό στοιχείο έχει την αίσθηση της ελαφρότητάς του, της μακρόχρονης ζωής του και της σωστής επιλογής της εμφάνισής του.³⁶

Χαρακτηριστικά, αναφέρονται τα λόγια του Joseph Giovannini: «Η ιδέα ενός κατασκευαστικού δέρματος (επιφάνειας) όχι μόνο απαιτεί ένα νέο υλικό, αλλά επίσης νέες γεωμετρίες, όπως καμπύλες και πτυχές που θα μπορούσαν να ενεργοποιήσουν τη συνεχή επιφάνεια ώστε να δρα κατασκευαστικά, αποφεύγοντας ένα ανεξάρτητο στατικό σύστημα: Το δέρμα, η επιφάνεια από μόνη της, έχει το ρόλο της άρσης κάθε βάρους».³⁷

Τα νέα υλικά δύνανται να χωριστούν στις εξής κατηγορίες:

- conventional materials (συμβατικά υλικά)
- composite materials (συνθετικά υλικά)
- smart materials (έξυπνα υλικά)
- interactive materials (διαδραστικά υλικά)³⁸

ενώ, τα πιο συμβατικά μπορούν να είναι ρητίνες, κολλώδη υλικά, πλαστικά και πολυμερή.³⁹

Τα νέα συμβατικά υλικά, όπως το μη διαβρωτικό πλέγμα ινών άνθρακα (non-corroding carbon fiber grid) μπορούν να αντικαταστήσουν το ατσάλι και το σκυρόδεμα σε κατασκευές όπου η στατική ικανότητα είναι επιτακτική. Τα ανθρακονήματα, κατασκευασμένα με τις αρχές της νανοτεχνολογίας καθίστανται το υλικό του μέλλοντος, καθώς μπορούν σε αναρίθμητες περιπτώσεις να αντικαταστήσουν το πολλακίς χρησιμοποιημένο οπλισμένο σκυρόδεμα.

Οι μοναδικές ιδιότητες του κάθε υλικού, μπορούν να συνδυαστούν και να καθίστανται εκμεταλλεύσιμες κατά τη δημιουργία των συνθετικών υλικών, προσμίξεων, ουσιαστικά, δύο διαφορετικών προγενέστερων υλικών. Το τελικό αποτέλεσμα έχει εκ κατασκευής περισσότερες και καταλληλότερες ιδιότητες για το σκοπό για τον οποίο κατασκευάστηκε.

Τα «υγρά» υλικά (liquid materials), ευρέως χρησιμοποιημένα στην αεροναυπηγική και στην αυτοκινητοβιομηχανία, αποτελούνται από πολλαπλές διαστρωματώσεις μικρού πάχους και έχουν την ικανότητα να λαμβάνουν εύκολα κάθε επιθυμητό σχήμα και όγκο.

Τα «έξυπνα», «διαδραστικά», «προσαρμοστικά» υλικά, προκύπτουν και πάλι από τη σύνθεση απλούστερων υλικών, όπου αυτή τη φορά έχουν τις ικανότητες να αισθανθούν και να αντιδράσουν αναλόγως των εξωτερικών επιδράσεων. Παρόμοιες ικανότητες έχουν και τα προγενέστερα συμβατικά υλικά, όπως το ξύλο, ποικιλίες του οποίου αντιδρούν διαφορετικά στην υγρασία. Ακραίες περιπτώσεις, όπως υλικά που περιέχουν μικροσωματίδια τελευταίας τεχνολογίας, περιέχουν τους δικούς τους αισθητήρες και το δικό τους σύστημα ελέγχου, ώστε να κατέχουν προσαρμοστικές ικανότητες.⁴⁰

4.5.8 Μαζική Παραγωγή

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα των νέων διαδικασιών κατασκευής και παραγωγής, είναι η δυνατότητα μαζικής βιομηχανικής παραγωγής των στοιχείων, κάτι το οποίο δεν ήταν πάντα δυνατό στο παρελθόν.

Σύμφωνα με τις αναφορές μελετητών και σχεδιαστών, στη διεθνή βιβλιογραφία, ο χρόνος που απαιτείται για να κατασκευαστούν, παραδείγματος χάριν 1.000 κομμάτια ενός στοιχείου από κάποιο συγκεκριμένο υλικό, είναι αισθητά μικρότερος από τον αντίστοιχο που θα χρειαζόταν στο παρελθόν. Αυτό, γιατί τα υπολογιστικά συστήματα ακολουθούν παρόμοιες διαδικασίες για την κατασκευή κάθε ενός στοιχείου. Αξιοσημείωτο είναι, ότι για την κατασκευαστική μηχανή C.N.C., η κατασκευή πλήθους πανομοιότυπων Χ στοιχείων με την κατασκευή διαφορετικών Χν στοιχείων, παρόμοιων μεταξύ τους, αλλά με εμφανείς διαφοροποιήσεις, απαιτεί τον ίδιο χρόνο και «κόπο».

Επίσης, είναι αρκετά πιο εύκολη η κατασκευή «σειρών» στοιχείων, όπου το κάθε επόμενο έχει μικρές διαδοχικές αποκλίσεις και διαφοροποιήσεις από το προηγούμενο, πάντα όμως υπό συγκεκριμένες γεωμετρικές και υπολογισμούς.⁴¹

ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

- (1) – Αβραμίδης Αλκιβιάδης, *Διαδραστική Αρχιτεκτονική – Interactive Architecture*, Ερευνητική Εργασία, Α.Π.Θ., Σεπτέμβριος 2009
- (2), (3) – Penttilä H., Architect SAFA, «Describing The Changes In Architectural Information Technology To Understand Design Complexity And Free-Form Architectural Expression», ITcon Vol. 11, R. Howard Editions, 2006, σελ.398
- (4) – Αβραμίδης Αλκιβιάδης, *Διαδραστική Αρχιτεκτονική – Interactive Architecture*, Ερευνητική Εργασία, Α.Π.Θ., Σεπτέμβριος 2009
- (5) – ό.π.
- (6), (7), (8) – Voyatzaki M., «The content of Construction Teaching in the new Digital Era», Α.Π.Θ., ΕΑΑΕ Νο29, Thessaloniki, Greece
- (9) – Αβραμίδης Αλκιβιάδης, *Διαδραστική Αρχιτεκτονική – Interactive Architecture*, Ερευνητική Εργασία, Α.Π.Θ., Σεπτέμβριος 2009
- (10), (11) – Papalexopoulos D., «The Design – Construction Continuum for a non-linear, not-fragmented and not limited in time - Design and Construction Continuum», Ε.Μ.Π., ΕΑΑΕ Νο29
- (12), (13), (14) – Kolarevic B., *Digital Fabrication: Manufacturing Architecture in the Information Age*, Sec.4, ACADIA, 2001
- (15) – Αβραμίδης Αλκιβιάδης, *Διαδραστική Αρχιτεκτονική – Interactive Architecture*, Ερευνητική Εργασία, Α.Π.Θ., Σεπτέμβριος 2009
- (16) – Papalexopoulos D., «The Design – Construction Continuum for a non-linear, not-fragmented and not limited in time - Design and Construction Continuum», Ε.Μ.Π., ΕΑΑΕ Νο29
- (17) – Fox, Michael A., Kemp M., *Interactive Architecture*, Princeton Architectural Press, 2009, σελ.61
- (18) – ό.π., σελ.27
- (19) – ό.π., σελ.73
- (20) – ό.π., σελ.78
- (21) – Oungrinis K. A., «Sensponding Architecture: Towards a Holistic Approach to Transformable Design», A.U.Th., Tectonics Making Meaning
- (22) – Fox, Michael A., Kemp M., *Interactive Architecture*, Princeton Architectural Press, 2009, σελ.47
- (23) – Fox M., Magnoli G.C., Bonanni L.A., Khalaf R., «Designing a DNA for responsive architecture: a new built environment for social sustainability», MIT Media Lab, 2001
- (24) – Fox, Michael A., Kemp M., *Interactive Architecture*, Princeton Architectural Press, 2009, σελ.50
- (25) – ό.π., σελ.237
- (26) – Fox M., Magnoli G.C., Bonanni L.A., Khalaf R., «Designing a DNA for responsive architecture: a new built environment for social sustainability», MIT Media Lab, 2001
- (27) – Interview with Marcos Novak, Mork K., 1995, <http://www.altx.com/int2/marcos.novak.html>
- (28) – Sterk T. d'E., «CAAD for Responsive Architecture», The School of Interactive Arts and Technology at Simon Fraser University, Surrey, British Columbia, Canada, Joint Study Report, 2005-06
- (29) – Kolarevic B., *Digital Fabrication: Manufacturing Architecture in the Information Age*, Sec.4, ACADIA, 2001

- (30) – Kolarevic B., *Architecture in the Digital Age – Design and Manufacturing*, Spon Press, New York & London, 2003
- (31) – Bar-Cohen Y., Breazeal C., «Biologically Inspired Intelligent Robotics», Proceedings of the SPIE Smart Structures Conference San Diego, Paper 5051-02, SPIE, 2003
- (32) – Bloch I., «Digital representations - Contribution to Educational Activities of IAPR Technical Committee on Discrete Geometry (TC18)», Paris, France, 2005
- (33) – Αβραμίδης Αλκιβιάδης, *Διαδραστική Αρχιτεκτονική – Interactive Architecture*, Ερευνητική Εργασία, Α.Π.Θ., Σεπτέμβριος 2009
- (34) – Kolarevic B., *Architecture in the Digital Age – Design and Manufacturing*, Spon Press, New York & London, 2003
- (35) – Αβραμίδης Αλκιβιάδης, *Διαδραστική Αρχιτεκτονική – Interactive Architecture*, Ερευνητική Εργασία, Α.Π.Θ., Σεπτέμβριος 2009
- (36) – Papalexopoulos D., «The Design – Construction Continuum for a non-linear, not-fragmented and not limited in time - Design and Construction Continuum», Ε.Μ.Π., ΕΑΑΕ Νο29
- (37) – Kolarevic B., *Architecture in the Digital Age – Design and Manufacturing*, Spon Press, New York & London, 2003
- (38) – Papalexopoulos D., «The Design – Construction Continuum for a non-linear, not-fragmented and not limited in time - Design and Construction Continuum», Ε.Μ.Π., ΕΑΑΕ Νο29
- (39) – Simonnet C., «New Materials, New Conception Processes: A New Uncertainty?», Geneva, Switzerland, 2004
- (40) – Kolarevic B., *Architecture in the Digital Age – Design and Manufacturing*, Spon Press, New York & London, 2003
- (41) – Kolarevic B., *Digital Fabrication: Manufacturing Architecture in the Information Age*, Sec.4, ACADIA, 2001

ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Ψηφιακή - Επαυξημένη Πραγματικότητα:

<http://youreyeonthefuture.wordpress.com/tag/virtual-reality/>

<http://thefutureofthings.com/news/1086/virtual-reality-in-high-definition.html>

<http://www.virtualworldlets.net/Resources/Hosted/Resource.php?Name=ARWillWork>

<http://venturebeat.com/2011/03/24/total-immersion-gets-5-5m-to-augment-reality/>

Μορφές Κελύφους και Συμπεριφορά σε Πραγματικό Χρόνο:

AD, Versatility and Vicissitude - Performance in Morpho-Ecological Design, Wiley, 2008

C.N.C. Μηχανές:

Kolarevic B., Digital Fabrication: Manufacturing Architecture in the Information Age, Sec.4, ACADIA, 2001

C.N.C. και laser-cut:

<http://www.pdssheetmetal.co.uk/Laser-Cutting.html>

Μουσείο Guggenheim, Bilbao:

http://4.bp.blogspot.com/_gfnllim3uRk/TFw-M1YS0LI/AAAAAAAAABhw/NS-dkhLawvs/s1600/bilbao.jpg

Κατασκευή της Διαδραστικής Ικανότητας:

AD, 4dsocial Interactive Design Environments, Wiley, 2007

Embedded Computation - Αισθητήρες και Μικροεπεξεργαστές:

Fox, Michael A., Kemp M., Interactive Architecture, Princeton Architectural Press, 2009

Kinetics - Μηχανικά Μέρη:

Oungrinis K. A., «Sensponding Architecture: Towards a Holistic Approach to Transformable Design», A.U.Th., Tectonics Making Meaning

<http://www.hoberman.com/soq/HobermanSOQ.pdf>

<http://fluxwurx.com/installation/?p=194>

Biomimetics - Βιομιμητικές Διαδικασίες:

Spiller Neil, Digital Architecture Now, Thames & Hudson, 2008

Κατασκευή Στοιχείων με NURBs Γραμμές:

Jabi, W., Ph.D., Vertical Studio Proposal: DIGITAL TECTONICS AND PARAMETRICS, Cardiff University, Welsh School of Architecture, 2009

Τυπολογία και Παραμετρικά Μοντέλα:

Hensel M., Menges A., Morpho-Ecologies, AA Publications, 2007

Wireframe, Contouring Polygons:

Prof. Agger K., PhD Gmelin S., Complex Geometry in Architecture based on Building Information Modelling, Aarhus School of Architecture, 2010

Stach E., Smart Structures – Experiments in Linking Digital and Physical Design Strategies

Ρομποτική και Ψηφιακοί Μυς:

Bar-Cohen Y., Breazeal C., «Biologically Inspired Intelligent Robotics», Proceedings of the SPIE Smart Structures Conference San Diego, Paper 5051-02, SPIE, 2003

Ψηφιοποίηση, Τριγωνοποίηση:

Bloch I., «Digital representations - Contribution to Educational Activities of IAPR Technical Committee on Discrete Geometry (TC18)», Paris, France, 2005

Αρχιτεκτονική του Σμήνους:

<http://www.kokkugia.com/swarmarchitecture/>

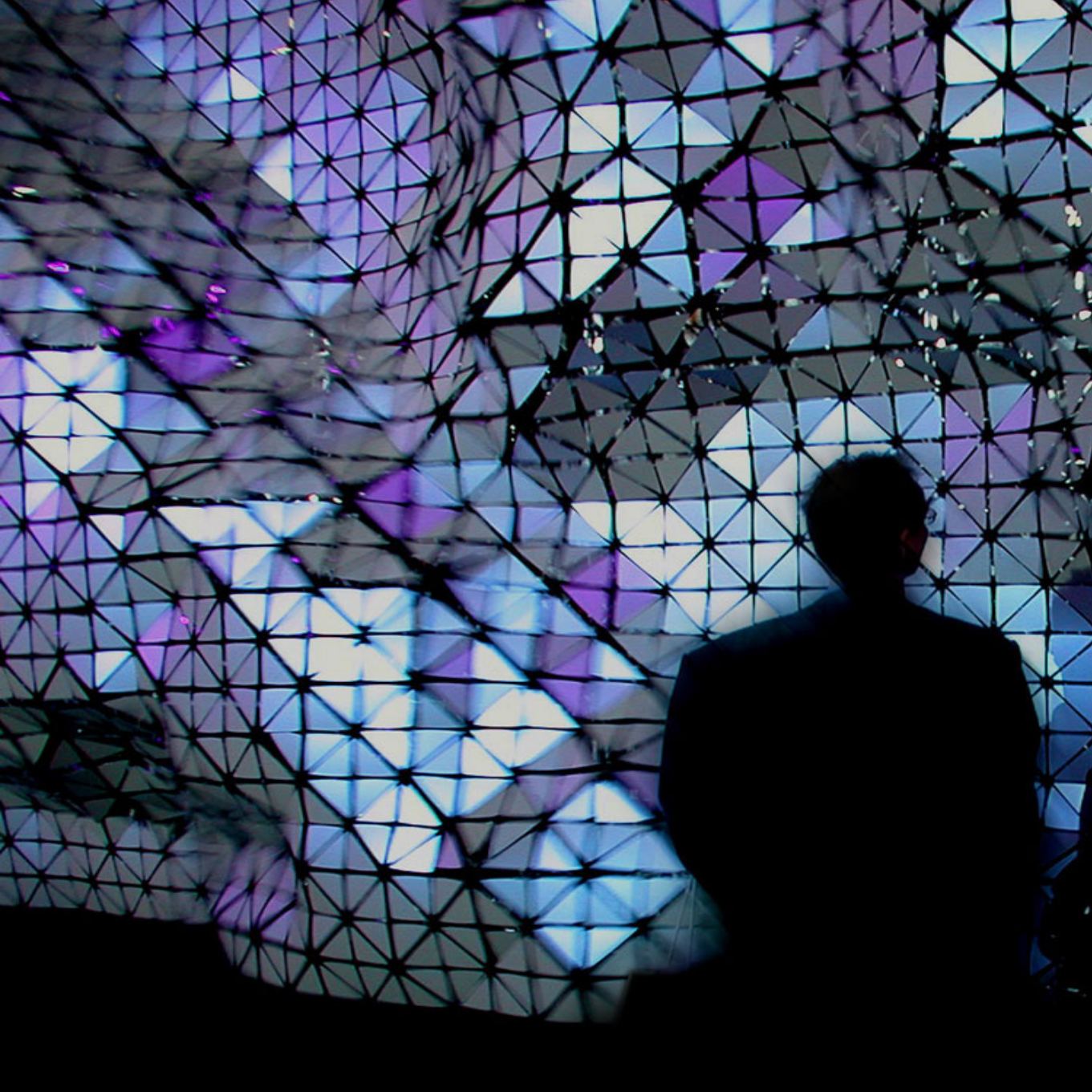
Νέα Υλικότητα:

Simonnet C., «New Materials, New Conception Processes: A New Uncertainty?», Geneva, Switzerland, 2004



5 παραδείγματα





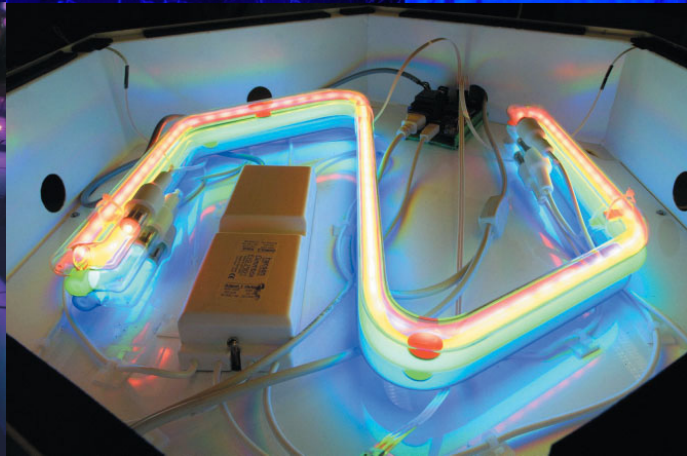
5. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

Στη συνέχεια παρουσιάζονται ορισμένα αρχιτεκτονικά παραδείγματα που υπόκεινται στη θεωρία της διαδραστικής, της προσαρμοστικής, και γενικότερα της μεταβλητής αρχιτεκτονικής.

Όπως φαίνεται στη συνολική μας μελέτη, η διάδραση και η μεταβλητότητα εμφανίζονται με ποικίλους τρόπους στη σύγχρονη αρχιτεκτονική. Ορισμένες φορές δίνεται προτεραιότητα στην επικοινωνία κτιρίου – χρήστη, άλλες φορές στην ανταπόκριση των δύο μελών του συστήματος και στην αλληλεπίδρασή τους, άλλες στην εισροή και εκροή πληροφορίας, ενώ παρατηρείται συχνά και η μίμηση των φυσικών μορφών. Η διαφορετικότητα στις παραπάνω κατηγορίες εμφανίζεται και στην ανάλυση των παραδειγμάτων, το καθένα από τα οποία λαμβάνει το δικό του, ιδιαίτερο χαρακτηρισμό. Σε κάθε περίπτωση, πάντως, είναι εμφανής η μεταβλητότητα στις κατασκευές, η επικοινωνία με το χρήστη και η αλληλεπίδραση κτιρίου – περιβάλλοντος.

Η παρουσίαση των παραδειγμάτων ξεκινά με την προσέγγιση της τοποθεσίας, του αρχιτέκτονα και του σκοπού κατασκευής. Ακολουθεί η περιγραφή του αρχιτεκτονήματος, όπως επίσης και οι τρόποι με τους οποίους λειτουργεί η κάθε διαδραστική κατασκευή. Τέλος, εξάγονται συμπεράσματα ως προς την κατηγορία στην οποία τοποθετείται το κάθε παράδειγμα, καθώς και το «είδος» της μεταβλητής αρχιτεκτονικής στην οποία αυτό υπόκειται.

Στο τέλος του κεφαλαίου παρατίθενται οι πηγές από τις οποίες αντλήσαμε πληροφορίες για το καθένα παράδειγμα, όπως επίσης και οι πηγές εικόνων οι οποίες συνοδεύουν το κείμενο. Οι πηγές εικόνων παρατίθενται ξεχωριστά για κάθε παράδειγμα, και αποτελούν μέρος τόσο της ξενόγλωσσης όσο και της διαδικτυακής βιβλιογραφίας.



5.1 ADA Space – Intelligent Room, ETH Ζυρίχη – Kas Oosterhuis, 2002 *interactive*

Η εισροή – εκροή πληροφοριών και δεδομένων συναντάται στο project της **ADA**, εγκατεστημένο στη Ζυρίχη της Ελβετίας το 2002, όπου τίθεται σε εφαρμογή το σύστημα «χρήστης/επισκέπτης – κτίριο». Ο άνθρωπος – επισκέπτης, όντας το πρώτο μέρος του συστήματος αποκτά με την είσοδό του ένα μοναδικό αριθμό ταυτότητας, ο οποίος και θα αποτελέσει το μέσο επικοινωνίας με το κτίριο. Ανάλογα με τις κινήσεις του, την ακριβή τοποθεσία στην οποία βρίσκεται και τις δραστηριότητές του, το κτίριο – έκθεμα της ADA, αντιλαμβάνομενο τα παραπάνω, αντιδρά και ανταποκρίνεται με διάφορες λειτουργίες.

Όπως θα αναφερθεί και παρακάτω, οι αντιδράσεις επισκέπτη – εκθέματος, αλλά και κτιρίου – περιβάλλοντος, οδηγεί την ADA στο να χαρακτηριστεί παράδειγμα διαδραστικής (*interactive*) και ανταποκριτικής (*responsive*) αρχιτεκτονικής.

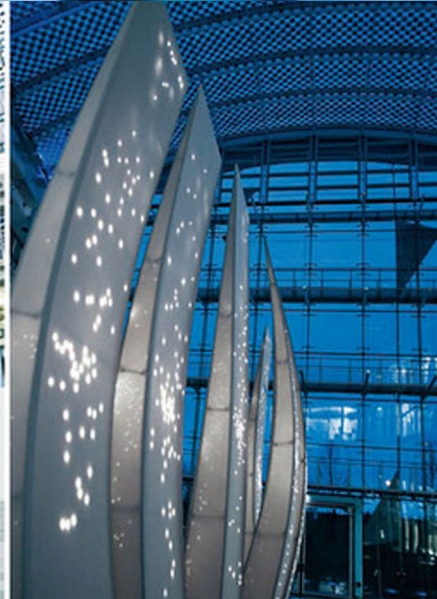
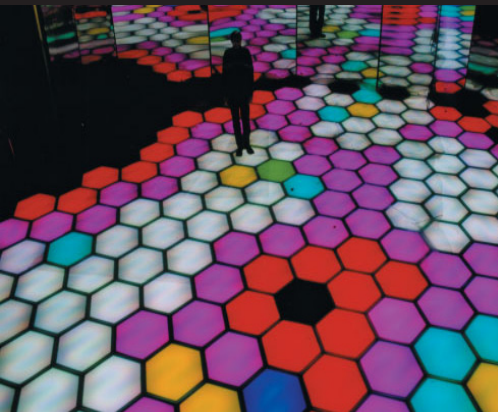
Εισερχόμενος ο επισκέπτης στο κτίριο – έκθεμα, γίνεται αμέσως αντιληπτός από τους εγκατεστημένους αισθητήρες. Οι τελευταίοι αντιλαμβάνονται μέσω κάμερας την κίνησή του (όραση), μέσω μικροφώνων την ομιλία του (ακοή), αλλά χρησιμοποιούν και αισθητήρες πίεσης για να αντιληφθούν ακόμα και το βηματισμό του, όπως και την ακριβή του τοποθεσία στο χώρο (πίεση).

Ταυτόχρονα, εξωτερικοί αισθητήρες ανιχνεύουν τα κλιματολογικά και καιρικά φαινόμενα (ηλιασμός, φωτισμός, υγρασία, βροχόπτωση) και προωθούν τα περιβαλλοντολογικά δεδομένα στο εσωτερικό σύστημα της ADA.

Τα αποτελέσματα των αισθητήρων γίνονται αντιληπτά τόσο στο εσωτερικό του κτιρίου, όσο και στο εξωτερικό. Αρχικά, οι περιβαλλοντολογικές συνθήκες οδηγούν την ADA ώστε να διαγράφει κίνηση γύρω από τον εαυτό της, μιμούμενη τις τροχιές των πλανητών γύρω από τον ήλιο. Επιπλέον, εισερχόμενοι στο εσωτερικό, οθόνες μεγάλου μεγέθους προβάλλουν τις εικόνες που οι εγκατεστημένες κάμερες έχουν ήδη αποτυπώσει. Τις εικόνες συνοδεύουν μηνύματα και ήχοι που πηγάζουν από το εσωτερικό σύστημα, με αποδέκτες τους μοναδικούς, λόγω ταυτότητας, επισκέπτες. Με αυτόν τον τρόπο, υπάρχει πάντα προσωπική επικοινωνία μεταξύ χρήστη και κτιρίου, ούτως ώστε να επιτυγχάνεται άμεση ενημέρωση για τις λειτουργίες της ADA.

Τέλος, οι αισθητήρες πίεσης οδηγούν σε ένα πιο διασκεδαστικό αποτέλεσμα, καθώς καθιστούν δυνατή την ενασχόληση με παιχνίδια, στο εσωτερικό της ADA. Ανάλογα με το πού πατάει ο επισκέπτης, η εξαγωνική κυψέλη είτε φωτίζεται, είτε αντιδρά με γειτονικές

ADA Space



Interactive Wall

κυφέλες, δημιουργώντας συνδέουσες ακτίνες ή και ολόκληρες φωτιζόμενες περιοχές. Αξιοσημείωτα είναι και τα παιχνίδια τύπου Arcanoid με τα οποία έχουν τη δυνατότητα να ενασχοληθούν οι επισκέπτες.^{1,2}

5.2 Interactive Wall, Αννόβερο, Γερμανία – Kas Oosterhuis, 2009 *interactive*

Μία απλή, αλλά έντονη και χαρακτηριστική εφαρμογή της διάδρασης στην αρχιτεκτονική παρουσιάζεται στο **Interactive Wall** («Διαδραστικός Τοίχος»), στο Αννόβερο της Γερμανίας, σχεδιασμένο από τον Kas Oosterhuis. Όπως αναφέρει και η ονομασία του, πρόκειται για έναν τοίχο ύψους 3,6μ. ο οποίος επικοινωνεί και αντιδρά με το περιβάλλον του.

Το Interactive Wall αποτελείται από 7 ισομεγέθη μέρη, πλάτους 1,2μ. και ύψους 3,6μ. Όταν αυτά βρίσκονται σε κατάσταση ισορροπίας και ακινησίας, σχηματίζουν έναν τοίχο, με πλάτος που αρχίζει από τα 30εκ. και μειώνεται όσο το ύψος αυξάνεται. Στο εσωτερικό υπάρχουν κινηματικά μέρη, τα οποία επιτρέπουν την κατά μία διάσταση κίνηση κάθε μέρους. Εξωτερικά, ο τοίχος καλύπτεται με εύκαμπτο υλικό, ώστε να επιτρέπει την καμπύλη αυτή κίνηση σε μεγάλο εύρος.

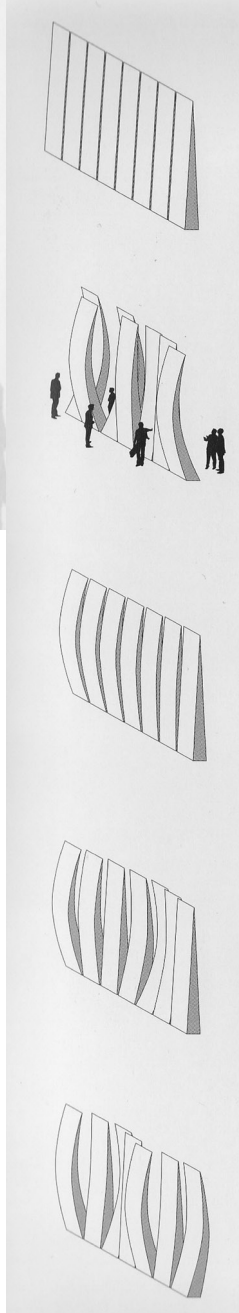
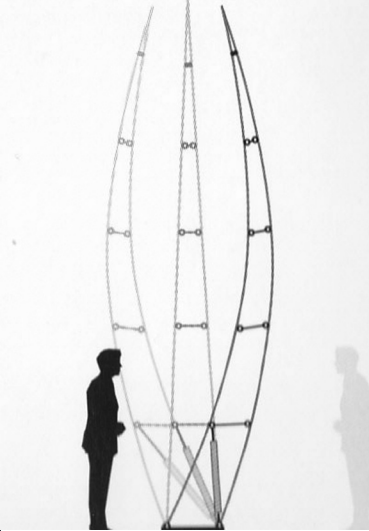
Η κατασκευή του Interactive Wall ήταν το αποτέλεσμα της εξέλιξης της απλουστευμένης κινηματικής αρχιτεκτονικής, όπως επίσης και της εξέλιξης στο σχεδιασμό ενός αρχιτεκτονικού στοιχείου, το οποίο θα αντιδρά μεν ως ένας ζωντανός οργανισμός, κινούμενος και μεταβαλλόμενος, θα ανταποκρίνεται δε στις καταστάσεις και στις μεταβολές του περιβάλλοντός του. Με το σχεδιασμό του, η διαδραστική αρχιτεκτονική επιβεβαίωσε το χαρακτήρα της επικοινωνίας με το περιβάλλον. Άλλωστε, το Interactive Wall ως ένας αυτόνομος τοίχος, αποτελεί το πιο απλό αλλά και πολύ χαρακτηριστικό παράδειγμα διάδρασης.

Η διαδραστική ικανότητα εκτελείται, αρχικά, με την κυματοειδή κίνηση κάθε μέρους του τοίχου, κάθετα στην επιφάνειά του. Συγκεκριμένα, κάθε μέρος κινείται ξεχωριστά, αλλά μπορεί να υπάρξει συνδυαστική κίνηση και των 7 στελεχών, όπως επίσης και κλιμακωτή κίνηση, όπου, για παράδειγμα, το ακριανό μέρος του τοίχου κινείται κατά ένα ποσοστό, ενώ το πλαϊνό του κατά το πολλαπλάσιο του προηγούμενου.

Στο εσωτερικό της κατασκευής βρίσκονται κρυμμένοι αεροκίνητοι μηχανισμοί που επιτρέπουν την εκτέλεση των παραπάνω κινήσεων. Ταυτόχρονα, η ύπαρξη αισθη-



Interactive Wall



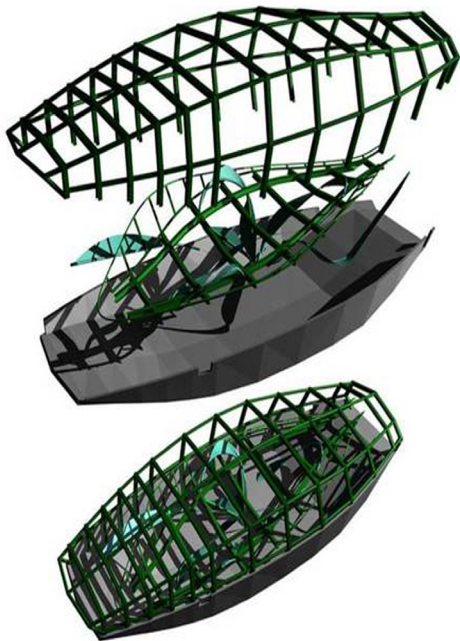
τήρων αλλά και ηχείων, επιτρέπει τόσο την αντίληψη της κίνησης των επισκεπτών, όσο και την παραγωγή ήχων, δημιουργώντας μία αίσθηση καλωσορίσματος, ζεστασιάς και επικοινωνίας. Ο τοίχος αντιδρά στα αγγίγματα των επισκεπτών, στις φωνές τους και στους ήχους που παράγονται από το περιβάλλον.

Η ζωντανή κίνηση του Interactive Wall, όπως επίσης και η ονομασία του, το καθιστούν ένα από τα καταλληλότερα παραδείγματα διαδραστικής αρχιτεκτονικής. Παρ' όλα αυτά, η συμπεριφορά του τοίχου είναι τόσο ρεαλιστική, που επιτρέπει τον επισκέπτη και το μελετητή να το θεωρήσει σαν τον πρόδρομο ενός αρχιτεκτονικού ζωντανού οργανισμού. Η ειδοποιός διαφορά, όμως, της ρεαλιστικής κίνησης και του ζωντανού οργανισμού, μπορεί να θεωρηθεί η εξάρτηση της κίνησης από το περιβάλλον και η επικοινωνία του οργανισμού με τα γύρω όντα. Ο τοίχος του Oosterhuis επιβεβαιώνει και τις δύο αυτές προϋποθέσεις, επιτρέπει, έτσι, την ολοένα και πιο έντονη εξέλιξη της διαδραστικής αρχιτεκτονικής, στο πλαίσιο της μίμησης των έμβιων οργανισμών.^{3, 4}

Το 2010, το «Interactive Wall» κέρδισε το βραβείο «Good Design Award» («Βράβευση Καλού Σχεδιασμού») στην κατηγορία «Robotics and Bionics» («Ρομποτική και Βιονικός [Σχεδιασμός]»). Η επιτυχία αυτή επιβεβαιώνει την εδραίωση της διάδρασης στη σύγχρονη αρχιτεκτονική, όπως και την ευρεία αποδοχή της από τους σχεδιαστές.⁵



Saltwater Pavilion



5.3 Saltwater Pavilion, Neeltje-Jans, Ολλανδία – Kas Oosterhuis, 1997 *interactive*

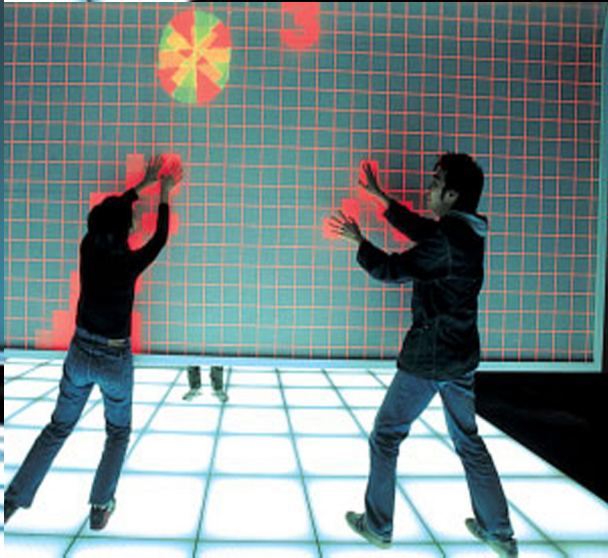
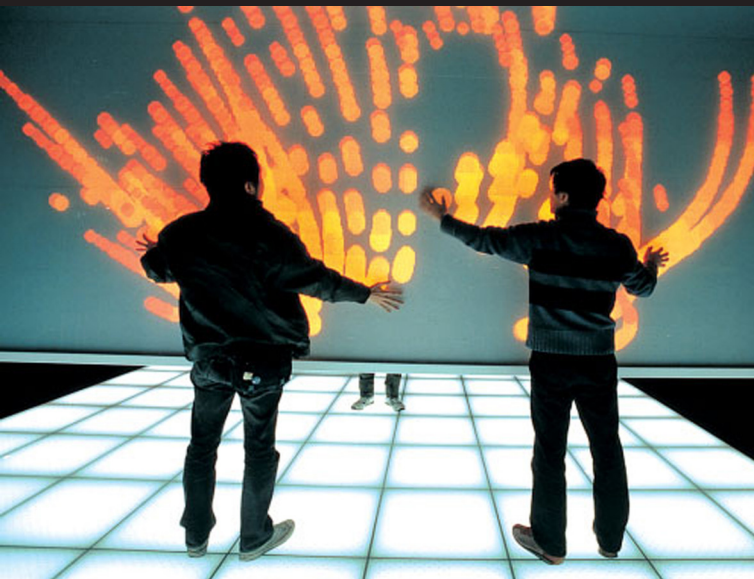
Από τα πρώτα, χρονολογικά, παραδείγματα μεταβλητότητας στην αρχιτεκτονική, και αξιοποίησης του περιβάλλοντος προς όφελος του ανθρώπου – χρήστη είναι το **Saltwater Pavilion** στο νησί Neeltje-Jans της Ολλανδίας, σχεδιασμένο από τον «πατέρα» του interactive, Kas Oosterhuis.

Κατασκευασμένο το 1997, αποτελεί μια από τις πρώτες προσπάθειες εκμετάλλευσης του ηλεκτρονικού σχεδιασμού και του ηλεκτρονικού υπολογιστή, όπως αναφέρει χαρακτηριστικά ο δημιουργός του. Η πληθώρα δυνατοτήτων που προσφέρουν τα ψηφιακά σχεδιαστικά προγράμματα, επέτρεψαν στην αρχιτεκτονική ομάδα τη δημιουργία ενός συνόλου ακανόνιστου σχήματος, αποτελούμενο από πολυάριθμα μικρότερα στοιχεία, τα οποία, όμως, ελέγχονταν ισοδύναμα, αυτόνομα και ανεξάρτητα από το χρήστη. Η παραμετρικότητα στη δημιουργία της φόρμας του, το καθιστούν όχι απλά ένα αρχιτεκτόνημα, αλλά ένα «γλυπτό» μεγάλης κλίμακας.

Το υδάτινο περιβάλλον στο οποίο είναι τοποθετημένο το **Saltwater Pavilion**, ενέπνευσε τους δημιουργούς ώστε να προσθέσουν διαδραστικά και μεταβλητά αρχιτεκτονικά στοιχεία, όπου η κεντρική τους ιδέα έχει να κάνει με το νερό και τον αέρα. Αρχικά, αισθητήρες και εσωτερικοί μηχανισμοί ελέγχουν τα ανοιγόμενα μέρη του κτιρίου, ανάλογα με τις κλιματολογικές πληροφορίες που προέρχονται από το περιβάλλον. Για παράδειγμα, ο κεντρικός υπολογιστής ανοίγει και κλείνει μια μορφή «αερόσακου», που επιτρέπει τη θέα στη θάλασσα.

Στη συνέχεια, μετακινούμενα στοιχεία μεμβράνης χωρίζουν το εσωτερικό του κτιρίου, όπως επίσης το ξεχωρίζουν από το εξωτερικό υδάτινο στοιχείο. Στο εσωτερικό του κτιρίου υπάρχουν πολλά αρχιτεκτονικά στοιχεία αναπαράστασης του νερού, ακόμα και εικονικές αναπαραστάσεις του. Σ' αυτό το σημείο ξεκινάει και η ροή πληροφορίας με το χρήστη, καθώς ο τελευταίος με τις κινήσεις του στον άξονα του κτιρίου και με την είσοδο πληροφορίας στους δύο του πόλους μπορεί να δώσει νέες πληροφορίες στο **Saltwater Pavilion**. Αυτό, ανάλογα με τις θέσεις των επισκεπτών, δημιουργεί ένα «παιχνίδι» με τα φώτα, τους πόλους-άκρες του κτιρίου και τους άξονές του.

Από τον ίδιο το δημιουργό, Kas Oosterhuis, το **Saltwater Pavilion** χαρακτηρίζεται ως ένα «σώμα μέσα στο χρόνο», λόγω της διάδρασής του με το κοινό και των κινηματικών αποτελεσμάτων του. Η μετάδοση της πληροφορίας, τέλος, γίνεται σε πραγματικό χρόνο,



καθώς τη στιγμή που ο επισκέπτης υποδεικνύει τη θέση του και τις επιθυμίες του στο κτίριο, αυτό αντιδρά άμεσα, εκτελώντας τις προγραμματισμένες εντολές.⁶

5.4 ICE – Bloomberg Headquarters, Τόκυο *interactive*

Ως διαδραστική κατασκευή, αλλά και διαδραστικό «θέαμα», μπορεί να χαρακτηριστεί το *ICE*, στο Τόκυο. Αποτελείται από ένα γυάλινο τοίχο διαστάσεων 5μ. x 3,5μ. και πάχους 10εκ., ο οποίος αποτελείται, εκ νέου, από μικρότερα στοιχεία, ευαίσθητα στην αφή και στην εισαγωγή πληροφοριών. Τα στοιχεία αυτά, έχουν τη δυνατότητα να αλλάζουν χρώμα, ανάλογα με τις πληροφορίες οι οποίες εισάγονται. Αξιοσημείωτο είναι ότι ο τοίχος είναι ορατός στο κοινό στους γύρω δρόμους της περιοχής.

Ο αρχικός σκοπός κατασκευής του ICE ήταν η ψηφιακή απεικόνιση οικονομικών και χρηματιστηριακών δεδομένων, από τα χρηματιστήρια FTSE και NASDAQ, πάντα με γραφιστικό τρόπο. Η χρήση του όμως έχει επεκταθεί και στον τομέα της ψυχαγωγίας: οι επισκέπτες μπορούν είτε να αγγίξουν τον τοίχο, είτε να τοποθετήσουν τα χέρια τους σε απόσταση 500χιλ., και το ICE τους αντιλαμβάνεται. Τα ερεθίσματα μετατρέπονται σε οπτικά και ακουστικά σήματα, και κάπου εκεί ξεκινά το «παιχνίδι» με το γυάλινο τοίχο του ICE. Εκτός από τις σκιές – ίχνη που αφήνει κάποιος στον τοίχο, έχει τη δυνατότητα να παίξει πραγματικά παιχνίδια με τους έτερους επισκέπτες. Τα διαθέσιμα παιχνίδια είναι: η άρπα, η σκιά, το κύμα και το βόλλεϋ.

Το ICE είναι κλασικό παράδειγμα κατασκευής που υπόκειται στις θεωρίες της διαδραστικής αρχιτεκτονικής. Μάλιστα, είναι από τις λίγες περιπτώσεις που επιτρέπει σε τέτοιο βαθμό συμμετοχή στο κοινό, ιδιαίτερα στις νεαρές ηλικίες.⁷



Son-O-House



5.5 Son-O-House – Lars Spuybroek, NOX – Ολλανδία, 2004 *interactive, sound interactive*

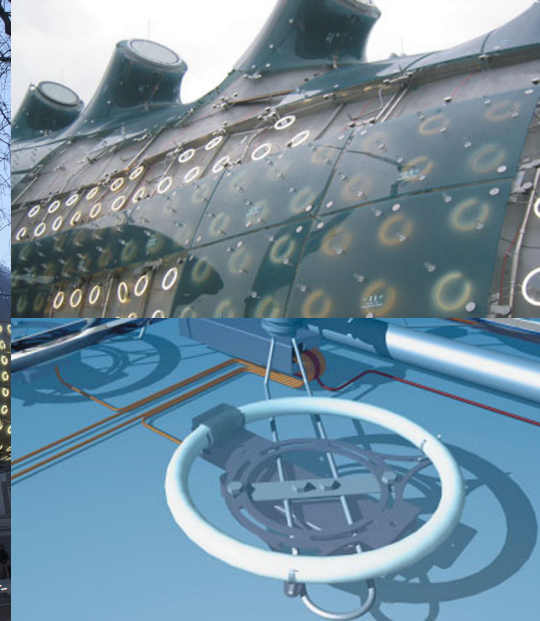
Η ποικιλία και πολυπλοκότητα των μορφών που μπορεί να λάβει η διάδραση στην αρχιτεκτονική, γίνονται σαφώς αντιληπτές στο **Son-O-House**, τοποθετημένο στην Ολλανδία. Χαρακτηριζόμενο συχνά ως κατασκευή, και όχι ως κατοικία, «παίζει» με την αίσθηση της ακοής, και τη σχέση μουσικής – χρήστη – σύνθεσης.

Συνθετικά, η μορφή των μεταλλικών δομικών στοιχείων παραπέμπει στα κύματα που παράγονται από ηχητικές πηγές. Μάλιστα, τη νύχτα το Son-O-House δίνει την εντύπωση μια κατασκευής που «χορεύει» και δίνει το δικό της ρυθμό.

Η εμπνευσμένη επιλογή της μουσικής δεν είναι καθόλου τυχαία, καθώς όλη η κατασκευή έχει να κάνει με τις ιδιότητες του ήχου. Πολυάριθμοι αισθητήρες είναι τοποθετημένοι σε διάφορα σημεία, αντιλαμβάνομενα κάθε κίνηση του ανθρώπου – χρήστη, αλλά και κάθε ήχο που παράγεται. Στη συνέχεια, οι πραγματοποιούμενοι υπολογισμοί εξάγουν πληροφορίες, επίσης σε μορφή ήχου. Έτσι, οι επισκέπτες – χρήστες όχι μόνο έχουν τη δυνατότητα να «προμηθεύσουν» την κατασκευή με ηχητικά δεδομένα, αλλά και να συμμετάσχουν στη σύνθεση κάθε παραγόμενου ήχου. Όπως αναφέρει ο σχεδιαστής Lars Spuybroek, το Son-O-House «είναι ταυτόχρονα μουσικό όργανο, μουσική σύνθεση και μουσικό εργαστήριο».

Σε πρακτικό επίπεδο, οι επισκέπτες έχουν τη δυνατότητα να αισθανθούν το ηχητικό αποτέλεσμα, παραγόμενο από την κίνηση του πλήθους, και όχι του ατόμου. Γι αυτόν το λόγο, δεν υφίσταται άμεση επιρροή της κατασκευής από ένα μόνο χρήστη, αλλά οι υπολογισμοί γίνονται βάσει του συνόλου των εισαγόμενων πληροφοριών. Ως αποτέλεσμα αυτού, η μελωδία, δημιουργημένη από το Son-O-House κατορθώνει να φτάσει τα επίπεδα μιας πραγματικής μουσικής σύνθεσης, με τις διακυμάνσεις, τις ποικιλίες και το χρώμα της.

Όπως έχει αναφερθεί, η διαδραστικότητα στην αρχιτεκτονική υφίσταται σε πολλές μορφές, μία εκ των οποίων είναι η εισροή – εκροή ηχητικών πληροφοριών. Το Son-O-House, μία ζωντανή, αλλά «τυφλή» κατοικία, αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα της διαδραστικής, *interactive* αρχιτεκτονικής συνδυασμένης με τις ιδιότητες του ήχου και τις θεωρία της μουσικής.⁸



5.6 BIX Matrix, Kunsthaus – Peter Cook, Graz, Αυστρία, 2003 *interactive*

Ιδιαίτερη μορφολογία, αλλά και εντυπωσιακή τεχνολογία χαρακτηρίζει το κέλυφος **BIX Matrix** (Big Pixels) του κτιρίου της Kunsthaus στο Γκρατς της Αυστρίας. Εμφανής είναι η προσπάθεια για επίτευξη μιας ογκοπλασίας που ξεφεύγει από τις γήινες ζωικές μορφές, αλλά η μεταβλητότητα του κτιρίου έγκειται στη χρήση του κελύφους ως τεράστια ασπρόμαυρη οθόνη χαμηλής ανάλυσης, ορατής από μεγάλη έκταση της γύρω περιοχής.

Το 2003, χρονιά κατασκευής του BIX Matrix, τα τότε δεδομένα κατέστησαν συναρπαστική τη δημιουργία ενός αρχιτεκτονήματος – γλυπτού που συνδυάζει την υψηλή τεχνολογία, την επικοινωνία κτιρίου – χρήστη και την πρωτοποριακή αρχιτεκτονική. Η αρχιτεκτονική ομάδα είχε την ευκαιρία να ενώσει την «παλιά» υλικότητα με τη «νέα» τεχνολογία, με αποτέλεσμα την εμφάνιση στον αυστριακό χώρο ενός πρωτοποριακού εγχειρήματος.

Κάτω από το εξωτερικό περίβλημα του κτιρίου, επενδυμένο με ακρυλικά, σταθερά υλικά, βρίσκεται μία υπερμεγέθης ηλεκτρονική μεμβράνη, έκτασης 900τ.μ., που με τη σειρά της αποτελείται από 930 ασπρόμαυρα φωτιστικά στοιχεία, έντασης 40 watt. Το κέλυφος μετατρέπεται σε μια οθόνη – προβολέα μηνυμάτων και καθίσταται ο συνδεδεμένος κρίκος πληροφοριών που εισάγονται από το εξωτερικό περιβάλλον και εξάγονται ύστερα από υπολογιστικές διαδικασίες. Παρ' όλη την πρωτοποριακή ιδέα, όμως, το αποτέλεσμα δεν μπορεί να ανταγωνιστεί τα σημερινά δεδομένα της τεχνολογίας, καθώς το κέλυφος ουσιαστικά μετατρέπεται σε ασπρόμαυρη οθόνη ανάλυσης 930 pixel, το 0,2% του πλήθους των pixel που βρίσκονται σε μια συμβατική τηλεόραση.

Ελεγχόμενη είναι και η φωτεινότητα του κάθε pixel, είτε αυτόνομων, είτε ως συνόλου, ενώ το κάθε pixel μπορεί να διαφοροποιήσει τη χρωματική και φωτιστική του κατάσταση με ρυθμό 20 frame/δευτ. Με αυτόν τον τρόπο, το BIX Matrix έχει τη δυνατότητα να αναπαράγει κείμενα, μηνύματα, εικόνες, ακόμα και χαμηλής ανάλυσης βίντεο. Το αποτέλεσμα είναι ακόμα πιο εντυπωσιακό τη νύχτα, καθώς το σκούρο μπλε χρώμα του εξωτερικού περιβλήματος εξαφανίζεται, αφήνοντας στα έκθαμβα μάτια των θεατών την οπτική μιας μεγάλης τρισδιάστατης ασπρόμαυρης οθόνης.

Όλες οι παραπάνω διαδικασίες ελέγχονται εσωτερικά μέσω ειδικού λογισμικού, εγκαταστημένο στον πυρήνα του κτιρίου. Τα παραγόμενα αποτελέσματα είναι ορατά πρωτίστως στην αίθουσα ελέγχου, επιτρέποντας τους καλλιτέχνες να ελέγχουν το τι θα



φανεί στο κοινό. Ασφαλώς, η αρχική ιδέα είναι η προώθηση καθαρά καλλιτεχνικών εικόνων και μηνυμάτων, και σε καμία περίπτωση διαφημιστικών.

Ο έλεγχος όλων των διαδικασιών μέσω κεντρικού υπολογιστικού συστήματος, και η εξαγωγή πληροφοριών προς το κοινό, χαρακτηρίζουν το BIX Matrix αξιόλογο παράδειγμα της διαδραστικής (*interactive*) αρχιτεκτονικής.^{9, 10}

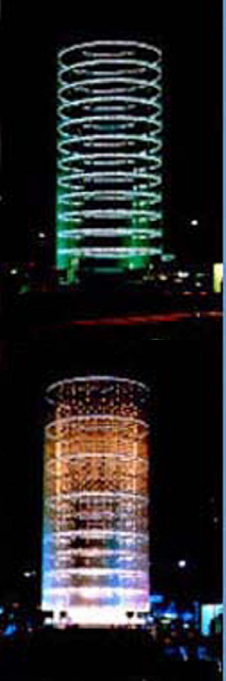
5.7 SPOTS Installation – Potsdammer Platz, Βερολίνο, 2005 *interactive*

Η σύγχρονη εκδοχή του BIX στο Graz της Αυστρίας απαντάται στην κατασκευή **SPOTS Installation** στο Βερολίνο. Σαφέστατα ομαλότερης αρχιτεκτονικής από το αυστριακό έργο, το κτίριο του αριθμού 10 της Potsdammer Platz έχει σχήμα στρογγυλευμένου κατά το ήμισυ ορθογωνίου. Την ίδια φόρμα ακολουθεί και η κατασκευή – κέλυφος στην οποία ο επισκέπτης συναντά το διαδραστικό δρώμενο.

Όπως και στο Graz, το κέλυφος αποτελείται από 1.800 συμβατικούς λαμπτήρες φθορισμού με δυνατότητα ελεγχόμενης εκπομπής λευκού φωτός. Οι λαμπτήρες είναι τοποθετημένοι εσωτερικά της γυάλινης πρόσοψης του κτιρίου και ελέγχονται από έναν κεντρικό υπολογιστή ως προς το βαθμό φωτεινότητας (0% - 100%). Η επικοινωνιακή μεμβράνη που δημιουργείται έχει τη μορφή μιας μονόχρωμης ψηφιακής οθόνης, χαμηλής, φυσικά, ανάλυσης. Στην οθόνη αυτή υπάρχει η δυνατότητα μετάδοσης μηνυμάτων και εικόνων, είτε με ψυχαγωγικό σκοπό, είτε κατόπιν ανταλλαγής πληροφοριών με το περιβάλλον και τους χρήστες.

Η συνεργασία ενσωματωμένων υπολογισμών, φωτιστικής κινηματικής και επικοινωνίας κτιρίου – χρήστη μέσω προβαλλόμενων μηνυμάτων, καθιστούν το **SPOTS Installation** σύγχρονο παράδειγμα διαδραστικής αρχιτεκτονικής. Όπως και στα περισσότερα αντίστοιχα *interactive* παραδείγματα, οι απαρχές του έργου υφίστανται, σύμφωνα με τους σχεδιαστές, «στη μεταβατικότητα των χώρων μεταξύ αρχιτεκτονικής, σχεδιασμού, τέχνης και μάρκετινγκ». Σε κάθε περίπτωση, όμως, η εμπορική παγίδα στη χρήση του έργου –όπως και κάθε ιδιαίτερου διαδραστικού δρώμενου- είναι ορατή, καθώς εύκολα θα ισχυριστεί κάποιος ότι η προβολή διαφημιστικών μηνυμάτων ήταν η αφορμή για την έμπνευση της κατασκευής. Παρ' όλα αυτά, η κοινωνική αποδοχή από τους επισκέπτες και το κοινό καθιστούν το έργο –όπως και όλα τα αντίστοιχά του- ευρέως αποδεκτά και επιτυχημένα.^{11, 12}

Wind Tower



5.8 Wind Tower – Toyo Ito, Yokohama, 1986

interactive

Η μεταβλητότητα στην αρχιτεκτονική συνεργάζεται με την ανακατασκευή παλαιότερων κτισμάτων στο παράδειγμα του Toyo Ito στη Yokohama, στο **Wind Tower**. Πρόκειται για κτίριο του 1986, κτισμένο πλησίον της εισόδου ενός από τους σταθμούς Μετρό της ιαπωνικής πόλης, στη θέση ενός πύργου που χρησίμευε ως δεξαμενή νερού τη δεκαετία του '60. Η πρόσφατη πρόσθεση της εξωτερικής κατασκευής από τον αρχιτέκτονα προσδίδει ένα διαδραστικό στοιχείο, καθώς το κτίριο λειτουργεί ως πομπός μηνυμάτων προς τους περαστικούς, δημιουργείται δηλαδή το δίπολο χρήστης – κτίριο και καθίσταται δυνατή η επικοινωνία τους.

Γύρω από τον ελλειπτικό κύλινδρο μέγιστης διαμέτρου 21μ., έχουν τοποθετηθεί 12 ανακλαστικά δαχτυλίδια – ελάσματα, που έχουν τη δυνατότητα να φωτίζουν με ένα συγκεκριμένο χρώμα. Οι λαμπτήρες, 1000 στον αριθμό, έχουν τοποθετηθεί ανάμεσα στο κτίριο και το κέλυφος, και το κάθε δαχτυλίδι μπορεί να εκπέμπει φως ανεξάρτητα από τα υπόλοιπα. Παράλληλα, η πρόσοψη φωτίζεται και από 30 προβολείς τοποθετημένους στο έδαφος, οι οποίοι στοχεύουν κατακόρυφα προς τα πάνω.

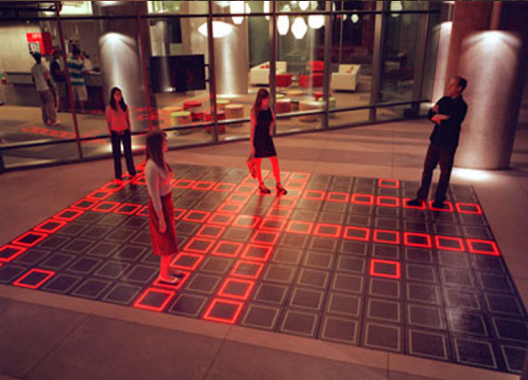
Η επικοινωνία μεταξύ χρήστη – κτιρίου στη συγκεκριμένη περίπτωση χαρακτηρίζεται ως αμφίδρομη, καθώς το περιβάλλον επηρεάζει με τον τρόπο του τον τεχνητό φωτισμό του κελύφους. Ο φυσικός φωτισμός, η ηλιοφάνεια, αλλά και τα ημερολογιακά δεδομένα είναι παράγοντες που ρυθμίζουν την επιτρεπόμενη ανάκλαση της αλουμινένιας επιφάνειας, ενώ τη νύχτα εξωτερικοί ήχοι, ανθρώπινες κινήσεις κ.ά. επηρεάζουν το φωτεινό χορό των δαχτυλιδιών.

Οι κινήσεις των περαστικών και οι ήχοι του περιβάλλοντος αποτελούν με τη σειρά τους παράγοντες που επηρεάζουν με τον τρόπο τους το φωτιστικό αποτέλεσμα. Αξιοσημείωτο είναι ότι η κατασκευή και ο τρόπος με τον οποίο εναλλάσσεται η φωτεινή πληροφορία στο κέλυφος αποτέλεσαν πηγή έμπνευσης σε δίδυμο παραγωγών ηλεκτρονικής μουσικής (Savvas Ysatis & Taylor Deupree) ώστε να χρησιμοποιήσουν την τεχνική της εισαγωγής πληροφοριών από το περιβάλλον για τη δημιουργία μιας μουσικής σύνθεσης.

Το τεχνολογικό σύστημα συμπληρώνεται με τη χρήση δύο ηλεκτρονικών υπολογιστών στο εσωτερικό του κτιρίου, για τον έλεγχο της σωστής του λειτουργίας. Η χρήση ενσωματωμένων υπολογισμών είναι απαραίτητη, ώστε να γίνεται σωστή επεξεργασία των περιβαλλοντικών δεδομένων και του φωτεινού αποτελέσματος, που πολλές φορές υιοθετεί



Interactive Carpet



τη μορφή ενός γραμμικού βίντεο. Το Tower Winds αποτελεί ένα εντυπωσιακό παράδειγμα διαδραστικής, *interactive* αρχιτεκτονικής, με κύριο σκοπό την έκφραση μηνυμάτων εκ των έσω, και με κυρίαρχο μέσο το φως.^{13,14}

5.9 Interactive Carpet – Electroland L.L.C., Los Angeles, 2006 *interactive*

Στα πρότυπα της κατασκευής ADA του «πατέρα» του *interactive*, Kas Oosterhuis τοποθετείται η κατασκευή **Interactive Carpet** στο Los Angeles των Η.Π.Α. Εξαιρετικά απλή σε σύλληψη και κατασκευή, αλλά εντυπωσιακότερη, πρόκειται για ένα σύνολο τετραγωνισμένων LED φωτών, τοποθετημένων στο δάπεδο αλλά και στην πρόσοψη του κτιρίου. Τα τετράγωνα φώτα, διαστάσεων περίπου 30εκ. x 30εκ. έχουν κόκκινο χρώμα και ενεργοποιούνται είτε με αισθητήρες πίεσης (στο εσωτερικό), είτε ύστερα από ενσωματωμένες ψηφιακές διαδικασίες (στο εξωτερικό). Η κατασκευή συνεργάζεται τόσο με τον επισκέπτη, όσο και με το εξωτερικό περιβάλλον, υιοθετώντας τις λειτουργίες της διαδραστικής και της ανταποκρινόμενης (*interactive, responsive*) αρχιτεκτονικής.

Στο εσωτερικό του κτιρίου βρίσκεται το ένα μέρος της κατασκευής, ίσως το πιο αναγνωρίσιμο, καθώς επιτρέπει την άμεση επαφή με τον επισκέπτη. Ο χρήστης – άνθρωπος περπατάει πάνω στα LED φώτα, οι αισθητήρες πίεσης των οποίων τα κάνουν να εκπέμπουν κόκκινο χρώμα. Ύστερα, μάλιστα, από διαδρομή λίγων δευτερολέπτων, ο ηλεκτρονικός υπολογιστής κατορθώνει να «διαβάσει» την κατεύθυνση, αλλά και τη μελλοντική κίνηση του επισκέπτη και, έτσι, ενεργοποιεί τα φώτα πάνω στα οποία προβλέπει ότι θα βαδίσει.

Απλούστερης λειτουργίας αλλά παρόμοιας κατασκευής είναι η εξωτερική «οθόνη». Στραμμένη κατά 90° και αναρτημένη στην πρόσοψη του κτιρίου, επιτρέπει μόνο την οπτική επαφή με τον επισκέπτη, και όχι την πλήρη εξάρτηση από τον τελευταίο. Και πάλι, τα τετράγωνα φώτα ενεργοποιούνται ύστερα από εξωτερικούς παράγοντες, που έχουν σχέση με το περιβάλλον. Μικρογραφία των δύο κατασκευών βρίσκεται στην είσοδο του κτιρίου, που επιτρέπει στους επισκέπτες μια πιο προσεκτική αντιμετώπισή τους.^{15,16,17}



5.10 Chinatown Work – Marisa Yiu, Eric Schuldenfrei, Chinatown, New York, 2006 *interactive*

Η κοινωνική διαφορετικότητα και οι οικονομικές δυσκολίες της εποχής αποτέλεσαν έμπνευση για την εφαρμογή του διαδραστικού έργου **Chinatown Work**, στην ομώνυμη συνοικία της Νέας Υόρκης. Στο συγκεκριμένο έργο, υπάρχει άμεση επαφή χρήστη και περιβάλλοντος, μέσω φωτός και προβολών εικόνων και βίντεο. Αποτυπώνεται η διαφορά στο κοινωνικό και οικονομικό υπόβαθρο των κινέζικων επιχειρήσεων της συνοικίας του Νότιου Μανχάτταν, και των μεγάλων τραπεζικών οργανισμών, όπως της τράπεζας HSBC, σε κτίριο της οποίας τοποθετήθηκε μέρος του έργου. Αφορμή για το έργο ήταν η ιδιαίτερη κακομεταχείριση που υπέστησαν οι κινεζικές επιχειρήσεις αμέσως μετά τα γεγονότα της 11^{ης} Σεπτεμβρίου 2001. Κρούσματα ξενοφοβίας είχαν ως αποτέλεσμα το λουκέτο εκατοντάδων κινεζικών μαγαζιών και την απώλεια εργασίας σε 25.000 εργαζομένους.

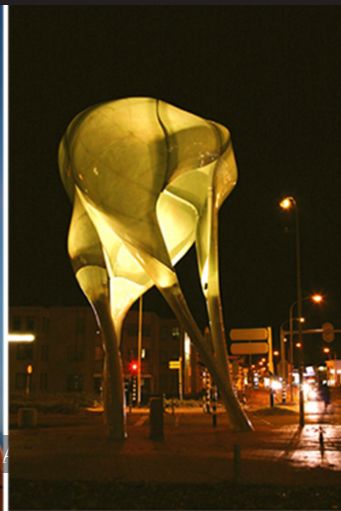
4 χρόνια μετά ξεκινάει και η διαδικασία Chinatown Work. Το πρώτο μέρος της κατασκευής, αφορά τη βιντεοσκόπηση σκηνών της καθημερινής και επαγγελματικής ζωής των Κινέζων μεταναστών. Οι σιλουέτες των πεζών και των περαστικών αποτυπώνονται και αναμειγνύονται η μία μέσα στην άλλη, καθώς οι ίδιοι ζουν· περπατούν, εργάζονται, ψωνίζουν, κοιτάζουν τις βιτρίνες και μπλέκονται σε παρέες σε δημόσιο χώρο. Με αυτόν τον τρόπο, εισάγονται, επίσης, πληροφορίες που σχηματίζουν τον οικονομικό και κοινωνικό «χάρτη» της περιοχής το 2005.

Το δεύτερο μέρος του έργου, χρονολογικά τοποθετημένο το 2006, εντάσσεται στην πρόσοψη του 1^{ου} ορόφου τράπεζας του ομίλου HSBC. Δημιουργήθηκε ένα είδος βιομηχανικού υφάσματος, πάνω στο οποίο προβλήθηκαν βιντεοσκοπημένες εικόνες του πρώτου μέρους. Βίντεο από τη ζωή στην Chinatown και βίντεο που περιέχουν τις σιλουέτες των Κινέζων κατοίκων αναμειγνύονται, το δεύτερο χρησιμοποιείται ως περίγραμμα του χώρου μέσα στο οποίο προβάλλεται το πρώτο. Το αποτέλεσμα είναι ο συνδυασμός της χωρικής περιοχής, του οικονομικού της χαρακτήρα και του ανθρώπινου παράγοντα. Όλα αυτά, τοποθετημένα σε κτιριακό γραφείο γνωστής πολυεθνικής τραπεζικής εταιρείας, δημιουργούν ένα προκλητικό δίπολο, αφορμή για σκέψη στους παρατηρητές και στους συμμετέχοντες.

Η υπολογιστική διαδικασία, το ιδιαίτερο λογισμικό και η ανάμειξη των εικόνων και των βίντεο, καθιστούν το Chinatown Work δρώμενο διαδραστικής, *interactive*



D-Tower - NOX



αρχιτεκτονικής. Επιπλέον, η ιστορία των συμμετεχόντων, η οικονομική κατάσταση τους και ο κοινωνικός χαρακτήρας του έργου, το καθιστούν αξιόλογο παράδειγμα για το πώς μπορεί η αρχιτεκτονική και η μεταβλητότητα να θέσει ζητήματα ανθρωπολογικού χαρακτήρα.^{18, 19}

5.11 D-Tower – NOX, Q.S. Sarafijn, Doetinchem, Ολλανδία, 2004 *interactive, responsive*

Στο παράδειγμα του **D-Tower** είναι εμφανής η πρόθεση της εξωτερίκευσης των συναισθημάτων του κοινού, μέσω της αρχιτεκτονικής. Το έργο πρόκειται για ένα ζωώδες γλυπτό ύψους 12μ., τοποθετημένο σε εμφανές σημείο της πόλης Doetinchem της Ολλανδίας. Εσωτερικά κρύβονται φώτα που αλλάζουν τέσσερα χρώματα (μπλε, κόκκινο, πράσινο, κίτρινο), όπου η επιλογή του χρώματος ελέγχεται κάτω από ένα ιδιαίτερο ψηφιακό υπολογιστικό σύστημα.

Με τη συνεργασία μιας ηλεκτρονικής ιστοσελίδας και ενός ερωτηματολογίου, ο χρήστης – άνθρωπος έχει τη δυνατότητα να επέμβει στο χρώμα του γλυπτού, χωρίς καν να βρίσκεται εκεί. Αρκεί να αποτυπώσει κάποιο από τα συναισθήματά του, τα οποία αντιστοιχούν στα παρακάτω χρώματα:

μπλε = ευτυχία
κόκκινο = αγάπη
πράσινο = μίσος
κίτρινο = φόβος

Υπό την ανωτέρω διαδικασία, η αλλαγή του χρώματος του D-Tower είναι συχνή και εμφανής. Μάλιστα, όση περισσότερη χρήση του γίνεται, τόσο ακριβέστερα και τα στατιστικά ιστορικού των χρωμάτων, τα οποία δείχνουν και το «συναισθηματικό χάρτη» της πόλης Doetinchem, με παράγοντα μόνο το χρόνο και τη συχνότητα. Αναλύοντας τα αποτελέσματα, μπορεί να διακρίνει κανείς τότε η πόλη τυλιγόταν στο πέπλο της ευτυχίας, τότε αγαπούσε, τότε μισούσε και τότε την κυρίευε ο φόβος. Στατιστικά, τα χρώματα εμφανίζονταν με την εξής συχνότητα:

μπλε, ευτυχία > συχνά
κόκκινο, αγάπη > συχνά



πράσινο, μίσος > περιστασιακά
κίτρινο, φόβος > σπάνια

Επιπλέον, πέραν του ερωτηματολογίου, η χρήση μια διαδικτυακής ιστοσελίδας επέτρεπε πλήθος ανθρώπων, 50 τη φορά, κάθε 6 μήνες, να αποτυπώνουν τα προσωπικά τους συναισθήματα στη βάση δεδομένων. Με την ανίχνευση της Ι.Ρ. διεύθυνσής τους και του ταχυδρομικού τους κώδικα, δημιουργούταν ένας ακόμα ακριβέστερος «συναισθηματικός χάρτης» της πόλης, με παράγοντες τόσο το χρόνο, όσο και το χώρο.

Με τον D-Tower γίνεται εμφανής η προσπάθεια της διαδραστικής και ανταποκρινόμενης αρχιτεκτονικής να εισέλθει σε ένα πιο «ανθρώπινο» και «συναισθηματικό» επίπεδο. Η γενίκευση των μηνυμάτων και των πληροφοριών που ανταλλάσσονται, η αναφορά συναισθημάτων και η απλούστευση των χρωμάτων, κατέστησαν το γλυπτό αρκετά δημοφιλές και καλοδεχούμενο στο ολλανδικό κοινό. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα ακόμα και χιουμοριστικές διαδικασίες που ακολούθησαν, όπως την αποστολή ερωτικών επιστολών από τις διευθύνσεις του «μίσους» προς τις διευθύνσεις της «αγάπης», και την απονομή χρηματικού επάθλου 10.000€ στη διεύθυνση με τα υψηλότερα και πιο ευγενή συναισθήματα.

20, 21, 22

5.12 Colour by Numbers, Ericsson Tower – Erik Krikortz, Milo Lavén, Looove Broms, Στοκχόλμη, 2006 *interactive, responsive*

Στην Telefonplan της Στοκχόλμης τοποθετείται το επόμενο παράδειγμα, η μεταβλητή κατασκευή **Colour by Numbers** στον Πύργο Ericsson. Πρόκειται για δρώμενο τοποθετημένο ανεξάρτητα από τη φύση και λειτουργία του κτιρίου, που έχει ως σκοπό την επικοινωνία με τον περαστικό – παρατηρητή και την ανταλλαγή μηνυμάτων και πληροφοριών. Η τεχνική κατασκευή το καθιστούν στοιχείο διαδραστικής, *interactive* αρχιτεκτονικής, αλλά η απόλυτη ελευθερία που παρέχει στους χρήστες – ανθρώπους ώστε οι τελευταίοι να συμβάλλουν στη διαμόρφωση του δρώμενου, το κατατάσσει και στα έργα της *responsive* αρχιτεκτονικής.

Ο Ericsson Tower έχει ύψος 72μ. και ηλικία πάνω από μισό αιώνα. Η αρχική χρήση του αφορούσε την εκπομπή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων και τον έλεγχο μικροκυμάτων από την εταιρεία Ericsson, ενώ από το 2004 χρησιμοποιείται από το Πανεπιστήμιο του Κοπ-

Colour By Numbers

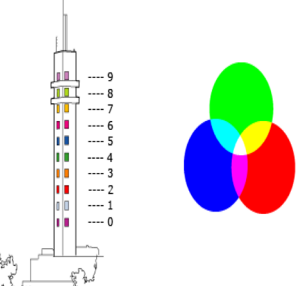


less red 1 2 3 more red

less green 4 5 6 more green

less blue 7 8 9 more blue

* 0 #



Less red (1) (2) (3) More red

Less green (4) (5) (6) More green

Less blue (7) (8) (9) More blue

(* (0) (#)

stfack, ενώ αποτελεί σημείο έμπνευση για παρεμβάσεις αρκετών αρχιτεκτόνων. Πρόκειται για έναν στενό και ψηλό πύργο, χαρακτηριστικό του οποίου είναι ότι κάθε όροφος έχει ένα παράθυρο για κάθε πλευρά του κτιρίου. Έτσι, η διαδραστική κατασκευή επικεντρώθηκε στα 4 αυτά παράθυρα του κάθε ορόφου, σε καθένα από τα οποία τοποθετήθηκαν προβολείς 36 λαμπτήρων, χρώματος κόκκινου, πράσινου και μπλε.

Ο χρήστης – άνθρωπος επεμβαίνει στο δρώμενο δίχως απαραίτητα να είναι παρών στην τοποθεσία. Όπως και σε προηγούμενα παραδείγματα, το κινητό τηλέφωνο είναι το μέσο επικοινωνίας μεταξύ του χρήστη και του κτιρίου, καθώς καλώντας τον κατάλληλο αριθμό και εκτελώντας τις κατάλληλες κινήσεις, συμμετέχει στη διαμόρφωση της διαδραστικής διαδικασίας. Έχοντας καλέσει τον κατάλληλο τηλεφωνικό αριθμό και εκτελώντας τις ηχογραφημένες λειτουργίες, ο χρήστης πληκτρολογεί ένα ή περισσότερα πλήκτρα του αριθμητικού πληκτρολογίου του κινητού του τηλεφώνου. Κάθε πλήκτρο – νούμερο αντιστοιχεί σε ένα από τα χρώματα και τις αποχρώσεις τους, και έτσι το εκάστοτε παράθυρο χρωματίζεται αναλόγως.

Η κατασκευή στον Ericsson Tower επιτρέπει το χρήστη να αποτυπώσει επιγραμματικά τα συναισθήματα και να τα καταστήσει αναγνώσιμα από κάθε παρατηρητή. Η διαφορετικότητα των χρωμάτων, η χροιά και η φωτεινότητά σου αποτυπώνει τη συναισθηματική ένταση του χρήστη τη στιγμή που επεμβαίνει στο δρώμενο. Ταυτόχρονα, παρατηρήθηκε το φαινόμενο στο οποίο ομάδες χρηστών έλεγξαν, επενέβησαν και έπαιξαν με την κατασκευή, εκτελώντας συμφωνημένες εντολές για την εμφάνιση συγκεκριμένων χρωματικών συνδυασμών.

Επιπλέον, η εύκολη συμμετοχή σε τέτοια δρώμενα, καθιστούν το σχεδιασμό τους επιτυχή, καθώς γίνεται κοινωνικά αποδεκτά και χρησιμοποιούνται από τον απλό πολίτη. Το κοινό συμμετέχει στην εναλλαγή των χρωμάτων στο Colour by Numbers δίχως απαραίτητα να γνωρίζει τίποτα σχετικά με την κατασκευή και την εσωτερική λειτουργία. Ο χρήστης του δημόσιου χώρου, της δημόσιας αυτής κατασκευής αποκτά την πεποίθηση ότι συμμετέχει σε πραγματικό χρόνο στο συγκεκριμένο δρώμενο, σχεδιασμένο και κατασκευασμένο από άλλον.

Αυτή είναι, άλλωστε, και η πραγματική φιλοδοξία ενός διαδραστικού δρώμενου, η τοποθεσία του σε δημόσιο χώρο ώστε να είναι εύκολα προσβάσιμο, η συμμετοχή πλήθους κοινού, η χρήση του σε πραγματικό χρόνο και η εντονότερη επικοινωνία μεταξύ χρηστών και μεταξύ χρήστη και κτιρίου.^{23, 24, 25, 26}

Relational Architecture #6: Body Movies



Body Movies, Relational Architecture No.6

Scene 53



Portraits covered

6/9

Maximum Time remaining 2:52

5.13 Relational Architecture: #6 – Body Movies, #11 – Under Scan – Rafael Lozano

interactive

Όπως είδαμε σε παραπάνω παραδείγματα, η διάδραση σε πολλά αρχιτεκτονήματα επιτυγχάνεται με την παρεμβολή ενός μέσου, τοποθετημένο ανάμεσα στο κτίριο και στο χρήστη – άνθρωπο. Το μέσο αυτό μπορεί να είναι ο ηλεκτρονικός υπολογιστής, το κινητό τηλέφωνο, ακόμα και ο ατμοσφαιρικός αέρας, το κενό, σε αντιδιαστολή με το πλήρες του έργου. Για την επίτευξη της διαδραστικής διαδικασίας, δηλαδή, είναι απαραίτητο να γίνουν παρεμβάσεις μεταξύ των ηλεκτρονικών συστημάτων, ή, ακόμα και αν αυτές οι παρεμβάσεις δεν είναι απαραίτητες, πολλές φορές τυχαίνει το δρώμενο να βρίσκεται σε ορατό, αλλά μη προσβάσιμο μέρος.

Αντίθετα, στη σειρά έργων του Rafael Lozano με τίτλο «Relational Architecture», επιτυγχάνεται συνεργασία χρήστη και έργου χωρίς την παρεμβολή κανενός ενδιάμεσου στοιχείου. Όπως θα φανεί στη συνέχεια, το φως και η εικόνα αποτελούν το έργο, και ο άνθρωπος αποτελεί το χώρο προβολής. Τα δύο μέρη του συστήματος συμπλέκονται, και ο χρήστης αποκτά την πεποίθηση ότι συμμετέχει με τον πλέον ενεργό τρόπο στη διαδραστική διαδικασία.

Από το σύνολο των έργων θα γίνει περιγραφή των **Relational Architecture #6: Body Movies** και του **Relational Architecture #11: Under Scan**, τα οποία έχουν μεν σχέση το ένα με το άλλο, υφίσταται δε και σαφής διαφορά στη διαδραστική διαδικασία. Η γενική ιδέα που παρουσιάζεται είναι η ταυτόχρονη προβολή βίντεο και εκπομπή έντονου λευκού φωτός από προβολείς. Το λευκό φως υπερκαλύπτει την προβαλλόμενη εικόνα, ούτως ώστε να κρίνεται απαραίτητη η δημιουργία σκιάς, ώστε το βίντεο να είναι ορατό. Έτσι, οι σκιές προκύπτουν από την κίνηση των χρηστών – περαστικών, όταν αυτοί στέκονται, περπατούν και κινούνται μπροστά στους προβολείς λευκού φωτός. Η σκιά, έχοντας το περίγραμμα του χρήστη, δημιουργεί μια ανθρώπινη «οθόνη» πάνω στο έδαφος ή στους τοίχους των γύρω κτιρίων, και ο χρήστης βλέπει τον εαυτό του να συμμετέχει ενεργά στην προβολή των βιντεοσκοπημένων εικόνων.

Το Relational Architecture #6: Body Movies ήταν η πρώτη σχετική απόπειρα και εκτελέστηκε το 2001 στο Ρόττερνταμ της Ολλανδίας, στο Puthe Cinema της περιοχής Schouwburgplein, ενώ ακολούθησαν εκτελέσεις στη Λισαβόνα, στο Λίβερπουλ, στην Αυστρία, στη Γερμανία και στο Χονγκ Κονγκ. Το βίντεο, μαζί με την εκπομπή λευκού φωτός,



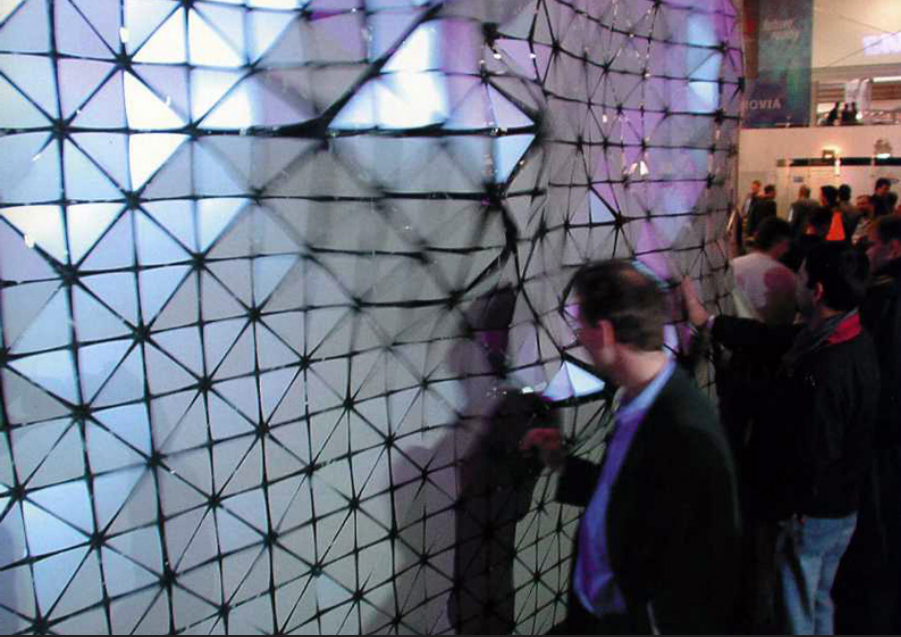
Relational Architecture #11: Under Scan



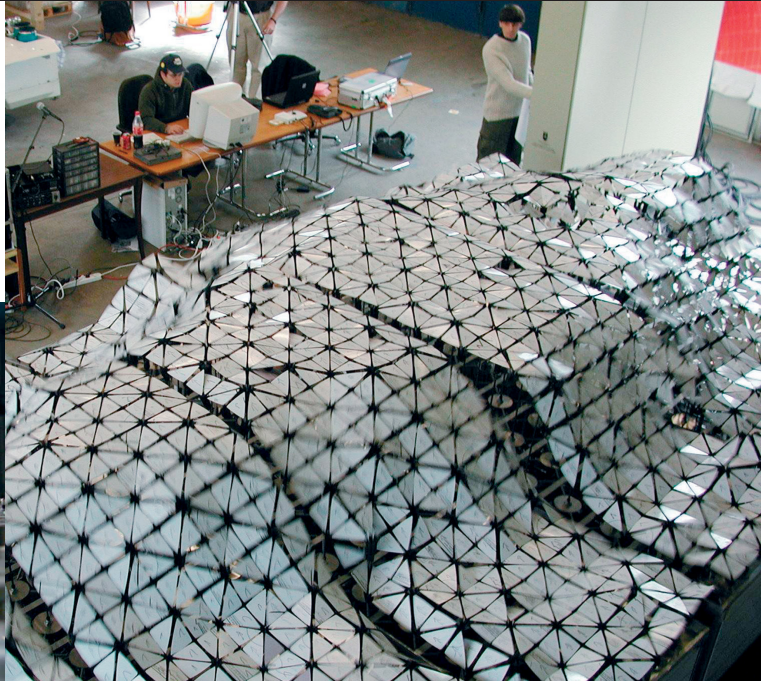
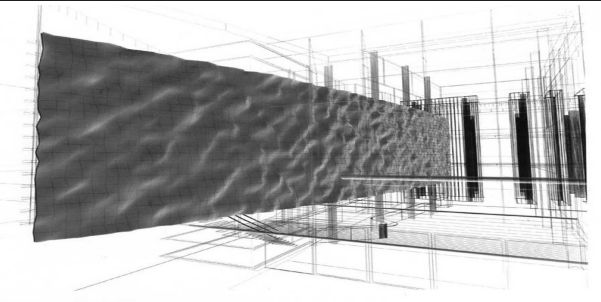
κάλυψαν μια έκταση έως και 1.800τ.μ., ενώ οι προβολές γίνονταν σε ύψος από 2μ. έως 25μ. Στη διαδικασία, τέλος, συμμετείχαν περισσότερα από 80 άτομα. Η δεύτερη απόπειρα, Rational Architecture #11: Under Scan, πραγματοποιήθηκε στην Trafalgar Square του Λονδίνου, το 2008, αλλά και σε πολλές άλλες αγγλικές πόλεις, αλλά και στη Βενετία, συγκεκριμένα στο μεξικανικό περίπτερο της 52^{ης} Biennale του 2007. Τα βίντεο βιντεοσκοπήθηκαν από εθελοντές, ενώ χρησιμοποιήθηκε, επίσης, και σύστημα εντοπισμού της κίνησης των χρηστών, και πρόβλεψής της σε μελλοντική στιγμή.

Η εξέλιξη της διαδραστικής και αποκριτικής διαδικασίας είναι εμφανής στα δύο παρόμοια έργα. Στο πρώτο (#6) ο άνθρωπος συμμετέχει μόνο με τη σκιά του, καθώς αυτή δημιουργεί το περίγραμμα για τα προβαλλόμενα βίντεο. Αντίθετα, στο δεύτερο (#11) εισάγονται πολύπλοκοι ενσωματωμένοι υπολογισμοί, καθώς εκτός από την προβολή βίντεο, κάμερες ανιχνεύουν την κίνηση των περαστικών – χρηστών και προβλέπουν τα επόμενα βήματά τους. Ο χρήστης, έτσι, αποκτά περισσότερη ευελιξία και ελευθερία στην κίνησή του, όσον αφορά το ποια βίντεο θα θέλει να προβάλλει. Σε γενικές γραμμές, ενώ στο #6 η προβολή των βίντεο συμβαίνει ακόμα και χωρίς την ύπαρξη των περαστικών (αν και υπερκαλύπτονται από το λευκό φως), στο #11 ο χρήστης με την κίνησή του επηρεάζει το βίντεο και το χρώρο στον οποίο προβάλλεται.

Η ήδη υπάρχουσα εγκατάσταση, πριν την εξέλιξή της, θα μπορούσε να προβληθεί ως ένα καλλιτεχνικό δρώμενο στον αστικό χώρο. Με την εισαγωγή, όμως, του ανθρώπινου παράγοντα, των ψηφιακών υπολογισμών ανίχνευσης κίνησης και της ανταπόκρισης του χρήστη στην όλη διαδικασία, τα δύο δρώμενα της σειράς Relational Architecture χαρακτηρίζονται ως παραδείγματα της διαδραστικής (**interactive**) και της ανταποκρινόμενης (**responsive**) αρχιτεκτονικής.^{27, 28}



Aegis Hypersurface



5.14 Aegis Hyposurface – Mark Goulthorpe *interactive*

Το **Aegis Hyposurface**, κατασκευή του Mark Goulthorpe, αποτελείται από ένα διαδραστικό τοίχο, τοποθετημένο έτσι ώστε να αφήνει ελεύθερο το περιβάλλον γύρω του, αλλά και να αντιδρά με αυτό. Οι αισθητήρες ήχου και εικόνας ανταποκρίνονται στις κινήσεις των επισκεπτών, σαρώνοντας και διαβάζοντας τρισδιάστατα το σώμα τους, ενώ λαμβάνουν δεδομένα και όσον αφορά τους ήχους τους οποίους αυτοί παράγουν.

Τα αποτελέσματα, πληροφορίες επεξεργασμένες από τα ενσωματωμένα ψηφιακά συστήματα, ποικίλλουν από την αλλαγή χρώματος ολόκληρου, ή μέρους του τοίχου, μέχρι τις κινήσεις μπροστά – πίσω του τοίχου, ή μέρους του. Ο τοίχος του Aegis Hyposurface έχει υποστεί διαδικασίες ψηφιοποίησης και τριγωνοποίησης (*tessellation*), με αποτέλεσμα τη δημιουργία τριγωνικών κυψελών. Εγκατεστημένα πιστόνια πίσω από κάθε κόμβο των κυψελών επιτρέπουν την κίνησή τους εμπρός και πίσω, κάθετα στο επίπεδο του τοίχου, με εύρος κίνησης 50εκ. Η ταύτιση κάθε τριγωνικού στοιχείου με το γειτονικό του, η σύνδεση των κινήσεών τους, αλλά και η υψηλή ταχύτητα κίνησης, έως και 60χμ/ώρα, πολλές φορές δημιουργούν την εντύπωση «χορού» στην κίνηση του συστήματος του Hyposurface.

Η κατασκευή αντιδρά εξ' ολόκληρου με το περιβάλλον της, ενώ γίνεται ανταλλαγή πληροφοριών (εισροή δεδομένων: κινήσεων, ήχων – εκροή πληροφοριών: φως, κίνηση). Ως εκ τούτου, το Hyposurface χαρακτηρίζεται ως παράδειγμα της διαδραστικής, *interactive*, και ανταποκρινόμενης, *responsive* αρχιτεκτονικής.^{29, 30}



Sky Ear



Open Burble

Sky Ear



5.15 Usman Haque

*interactive, responsive architecture projects
swarm architecture*

Ιδιαίτερη θέση στα παραδείγματά της μεταβλητότητας και της διαδραστικότητας στην αρχιτεκτονική κατέχουν τα έργα του **Usman Haque**. Τα ακόλουθα τρία παραδείγματα περιγράφουν έργα του, τα οποία απαιτούν την παρουσία κοινού – χρήστη, η οποία σε συνδυασμό με το μηχανικό αρχιτεκτόνημα παράγει τα επιθυμητά αποτελέσματα. Οι **Floatables**, το **Open Burble** και το **Sky Ear** συνδυάζουν τα παραπάνω, ως ένα αρχιτεκτονικό θέαμα, ελεύθερα προσβάσιμο στο κοινό.

Το έργο των Floatables πρόκειται για συνδυασμό βιομιμητικής μορφής και διαδραστικής λειτουργίας. Μορφολογικά, ο Haque μιμείται το σχήμα και τις κινήσεις πτήσης της πεταλούδας, ώστε να κατασκευάσει ένα στοιχείο που θα ίπταται εύκολα πάνω από τον αστικό ιστό. Ταυτόχρονα, το ημικυκλικό του σχήμα και η ακτίνα δράσης της κατασκευής, εγκάρσια προς το έδαφος, επιτρέπουν τον ισχυρισμό της μίμησης, επίσης, τόσο της μέδουσας, αλλά και της πορείας ενός μπαλονιού με ήλιο προς την ανώτερη ατμόσφαιρα.

Στον κεντρικό πυρήνα της κατασκευής βρίσκονται ψηφιακά συστήματα νέας τεχνολογίας που αναφέρονται στην επικοινωνία μεταξύ ηλεκτρονικών συσκευών και την προστασία μιας συσκευής από απρόσκοπτες επιθέσεις. Με τα συστήματα των Floatables μπορούν να συνεργαστούν άνθρωποι – χρήστες με κινητά τηλέφωνα, τηλεοράσεις, ηλεκτρονικούς υπολογιστές, κ.ά. Η συνεργασία των ψηφιακών τεχνολογιών με τη βιομιμητική, με γνώμονα την προσφορά υπηρεσιών στον άνθρωπο – χρήστη, καθιστούν τα Floatables παράδειγμα της ανταποκριτικής, responsive αρχιτεκτονικής.

Τη συνεργασία του κοινού – ανθρώπινου χρήστη απαιτεί και η λειτουργία του Open Burble, ενός θεαματικού έργου που αποτελείται από εκατοντάδες μπαλόνια γεμισμένα με ήλιο. Κάθε ένα μπαλόνι αποκτά τη δική του, μοναδική ταυτότητα και καθίσταται, έτσι, ελεγχόμενο από το χρήστη, μέσω του κινητού του τηλεφώνου. Τα μπαλόνια, τέλος, καθώς ίπτανται, διαμορφώνουν εξαγωγικά σχήματα, 140 στο πλήθος, και όλα μαζί δημιουργούν ένα ιδιαίτερο οπτικό σύνολο.

Ο έλεγχος από το πλήθος, γίνεται μέσω κινητού τηλεφώνου, και οι κινήσεις των συστημάτων των μπαλονιών ποικίλλουν, καθώς αυτά μπορούν να μετατοπιστούν κατακόρυφα, οριζόντια, ακόμα και να στραφούν, σε σχέση με τα υπόλοιπα. Παράλληλα,



Sky Ear



Open Burble



ανάλογα με το πλήθος των μπαλονιών και το πόσα είναι μαζεμένα μαζί, αλλάζει και το χρώμα το οποίο εκπέμπουν.

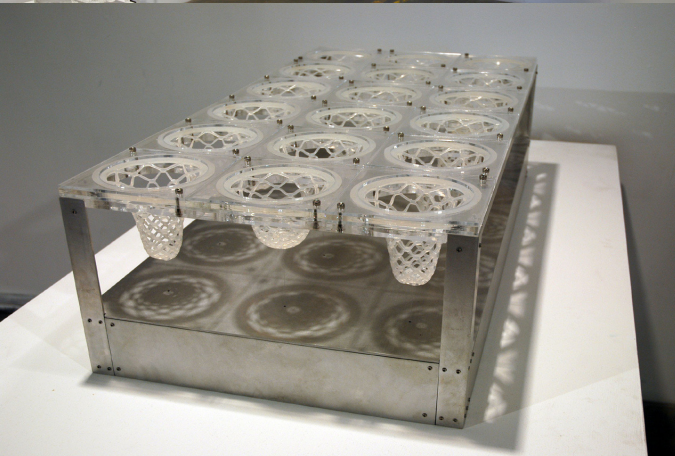
Ανάλογη κατασκευή υφίσταται και στο Sky Ear, με τη διαφορά της κλίμακας· το τελευταίο είναι αρκετά μικρότερο και αποτελείται από ένα ενιαίο σύνολο μπαλονιών. Διαφορετική είναι και η κλίμακα του χρόνου, καθώς το δρώμενο παρουσιάστηκε σε διάρκεια 2 ωρών, στις 15 Σεπτεμβρίου 2004, από τις 19:00 μέχρι τις 21:00. Η διαδικασία τοποθετήθηκε στο National Maritime Museum της περιοχής Greenwich του Λονδίνου, ενώ είχε επαναληφθεί στο Freiburg της Ελβετίας, και συγκεκριμένα στο **Belluard Bollwerk International Festival**.

Τα μπαλόνια αποτέλεσαν ένα ενιαίο σύνολο και κινήθηκαν επί δύο ώρες όλα μαζί, δεμένα σε ένα δίκτυο από ανθρακόνημα, αλλά και λιγότερα ξεχωριστά, δεμένα με 6 καλώδια, ως επιμέρους στοιχεία του συνόλου. Οι διαστάσεις του συνόλου καλύπτουν ένα εύρος από 30μ. μέχρι 100μ., η κατασκευή πετάει σε ύψος 60-100μ., ενώ ο έλεγχος από το έδαφος γίνεται μέσω εκπομπής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Όπως και στο Open Burble, το μέσο ελέγχου που χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο – χρήστη είναι το κινητό τηλέφωνο.

Και στα τρία παραδείγματα γίνεται χρήση ελέγχου από τον άνθρωπο, προς την κατασκευή η οποία βρίσκεται σε αισθητή απόσταση. Χαρακτηρίζονται, έτσι, τα τρία αυτά έργα του Usman Haque έργα που υπόκεινται στη θεωρία της διαδραστικής και της ανταποκριτικής αρχιτεκτονικής. Επιπλέον, οι θέσεις των μπαλονιών, οι μικρές και ελεγχόμενες αποστάσεις μεταξύ τους, αλλά και η μορφή του συνόλου που σχηματίζεται, επιβεβαιώνουν το θεωρητικό υπόβαθρο της αρχιτεκτονικής του σμήνους.^{31, 32}



Open Columns



5.16 Open Columns – Omar Khan

responsive, biomimetics

Το έργο **Open Columns**, κατασκευασμένο από τον Omar Khan, αποτελείται από υποστυλώματα, τα οποία κρέμονται από την οροφή, χωρίς να αποτελούν μέρος του στατικού φορέα. Τα εκκρεμή υποστυλώματα είναι κατασκευασμένα από ελαστική ουρεθάνη, και αποτελούνται από πολλά μικρότερα στοιχεία, τα οποία είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους ώστε να επιτρέπουν την κίνηση σε αρκετούς άξονες.

Στις Open Columns γίνεται εφαρμογή των αρχών της διαδραστικής αρχιτεκτονικής, καθώς υπάρχουν αισθητήρες (CO₂ – διοξειδίου του άνθρακα), εσωτερικό υπολογιστικό σύστημα και κινηματικά μέρη στα επιμέρους στοιχεία. Επιπλέον, εισέρχεται και ο περιβαλλοντολογικός χαρακτήρας, καθιστώντας το έργο παράδειγμα της ανταποκρινόμενης, *responsive* αρχιτεκτονικής

Οι ενσωματωμένοι αισθητήρες επιτρέπουν την κίνηση των υποστυλωμάτων, ανάλογα με την ύπαρξη επισκεπτών στο χώρο και τις δραστηριότητές τους. Η βασικότερη αρχή είναι η εξής: όσο πιο πολλοί επισκέπτες βρίσκονται στο χώρο, τα υποστυλώματα «ανοίγουν», κατεβαίνουν από την οροφή προς το δάπεδο, και απωθούν την κοσμοσυρροή. Αντίθετα, όσο λιγότεροι είναι οι επισκέπτες, τόσο περισσότερο ανεβαίνουν τα υποστυλώματα, δημιουργώντας ελεύθερο προσβάσιμο χώρο για ακόμα περισσότερα άτομα.

Η παραπάνω διαδικασία γίνεται μέσω των αισθητήρων διοξειδίου του άνθρακα, CO₂, που είναι εγκατεστημένοι στο χώρο. Τα δεδομένα που εισέρχονται μέσω των αισθητήρων αφορούν την ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα, άρα και το πλήθος των ατόμων – επισκεπτών. Τα υποστυλώματα είναι προγραμματισμένα έτσι, ώστε σε περίπτωση υπέρβασης του ορίου του διοξειδίου του άνθρακα εκτελούν την προαναφερθείσα κίνηση ανοίγματος, αποτρέποντας περαιτέρω είσοδο ανθρώπων, άρα και περαιτέρω αύξηση του ποσοστού CO₂. Αντίστροφα, όταν η ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα πέσει αρκετά κάτω από τα δεδομένα όρια, τα υποστυλώματα αντιδρούν ανεβαίνοντας προς τα πάνω και τείνοντας προς την οροφή. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται άπλετος προσβάσιμος χώρος, επιτρέποντας τη διέλευση περισσότερων επισκεπτών.

Εκτός από τις μηχανικές, κινηματικές ενέργειες του έργου Open Columns, αξιοσημείωτη είναι η και η περιβαλλοντολογική διαδικασία. Με τη διάδραση μεταξύ επισκεπτών – κατασκευής, επιτυγχάνεται έλεγχος της ποσότητας του διοξειδίου του



Hylozoic Soil



άνθρακα στην ατμόσφαιρα, δημιουργώντας ευνοϊκότερες και καταλληλότερες συνθήκες για τη διέλευση των ανθρώπων. Επιπλέον, η μηχανική κίνηση που εκτελούν τα υποστρώματα θυμίζει αρκετά τις κινήσεις «ανοίγματος – κλεισίματος» που εκτελούν αρκετοί φυτικοί και ζωικοί οργανισμοί στη φύση. Έτσι, το έργο αποτελεί ένα πρώτης τάξεως παράδειγμα βιομιμητικής στην αρχιτεκτονική.^{33, 34}

5.17 Hylozoic Soil – Philip Beesley, 2007 *interactive, biomimetics, digital fabrication*

Η ψηφιακή αρχιτεκτονική με τη βιομιμητική συναντιούνται στην κατασκευή του «γλυπτού» **Hylozoic Soil**, στον Καναδά, το 2007. Η αρχική ιδέα ήταν η βιομιμητική κατασκευή ενός τεχνητού «δάσους», εξ ολοκλήρου με ψηφιακά υλικά. Το σύνολο – δάσος αποτελείται από μικρότερα στοιχεία, κατασκευασμένα το καθένα με μεθόδους ψηφιακής κατασκευής (*digital fabrication*). Τα επιμέρους στοιχεία, απόρροια της παραμετρικής αρχιτεκτονικής, έχουν τη δυνατότητα να εκτελούν κινήσεις, είτε αυτόνομα, είτε ως σύνολο, στο πλαίσιο της διάδρασης με το χρήστη.

Οι πολυάριθμοι εγκατεστημένοι αισθητήρες ανιχνεύουν τόσο την ύπαρξη και το πλήθος των επισκεπτών, όσο και των κινήσεών τους, και ανταποκρίνονται ανάλογα. Οι κινήσεις των «κλαδιών» και των «δέντρων» του ψηφιακού δάσους, όπως και η δημιουργία ανοιγμάτων, ύστερα από διαδικασίες αναδίπλωσης (*folding*), ώστε να επιτευχθεί κίνηση του αέρα, είναι αποτέλεσμα της επεξεργασίας των δεδομένων που εισάγονται από τους αισθητήρες.

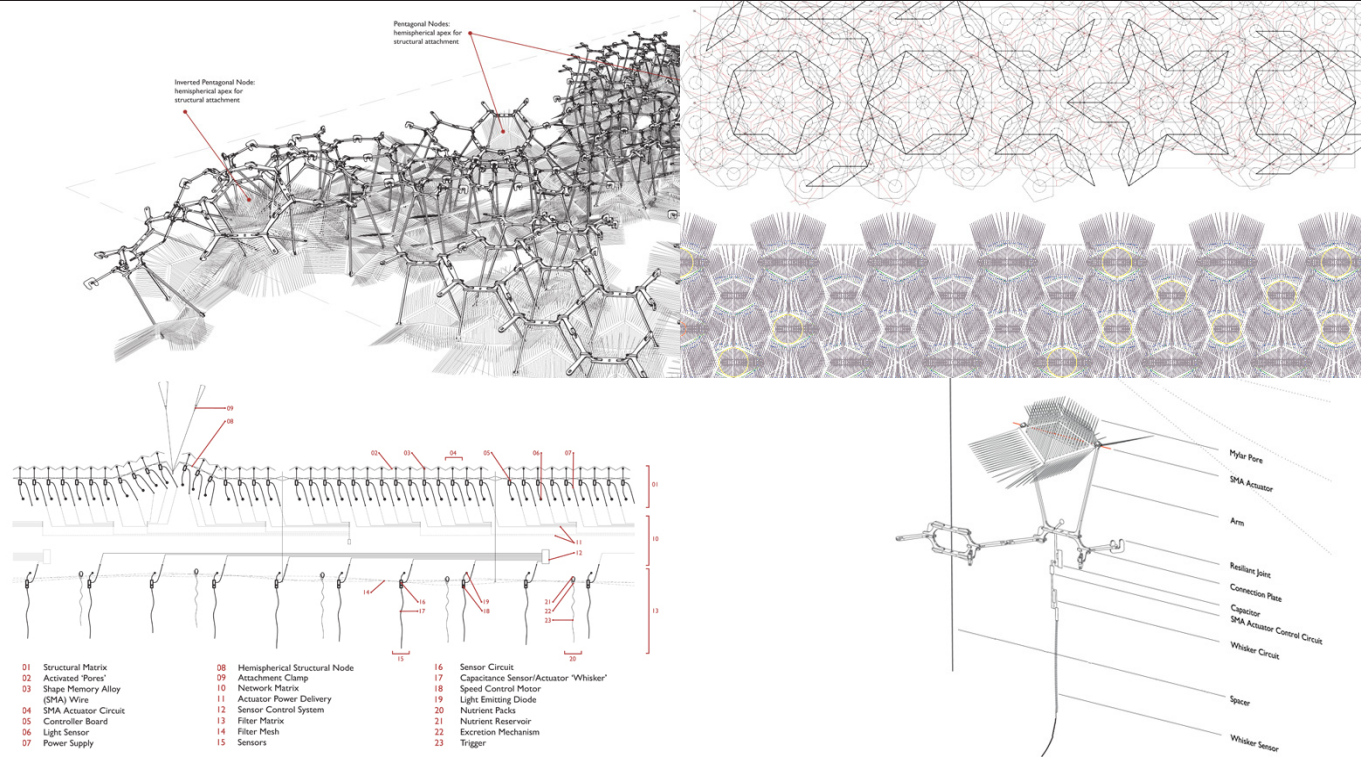
Η εντυπωσιακή εμφάνιση του τεχνητού δάσους του Hylozoic Soil αφήνει έκθαμβο τον επισκέπτη, λόγω της φυσικότητας του συνόλου, των ομαλών καμπύλων γραμμών και των ιδιαίτερων συνδέσεων των επιμέρους στοιχείων. Αναμφισβήτητα, πρόκειται για ένα από τα πιο εντυπωσιακά παραδείγματα παραμετρισμού και βιομιμητικής στην αρχιτεκτονική.

Ο αρχιτέκτων Philip Beesley έχει ασχοληθεί με πολλές κατασκευές – γλυπτά, με γνώμονα τη βιομιμητική, στο πεδίο της μίμησης της μορφής των φυσικών οργανισμών. Εκτός από το Hylozoic Soil, αξιόλογα παραδείγματα είναι τα παρακάτω:

Το **Cybele**, τοποθετημένο στο Πανεπιστήμιο του Waterloo στον Καναδά, που αποτελεί ένα στοιχείο στεγάστρου – υποστρώματων μικρής κλίμακας. Παρόμοιας κατασκευής είναι και το **Reflexive Membranes**, στο Οντάριο, όπου όμως η μορφή έχει έναν πιο ελεύθερο



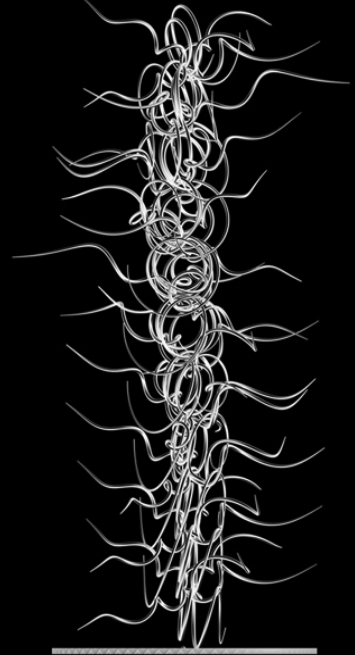
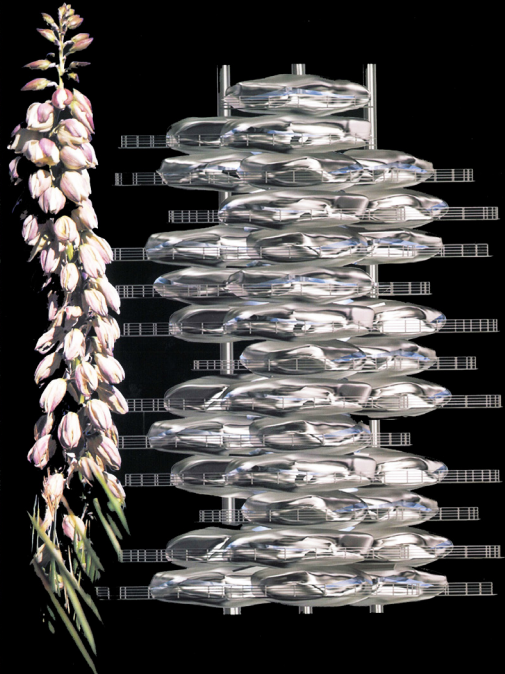
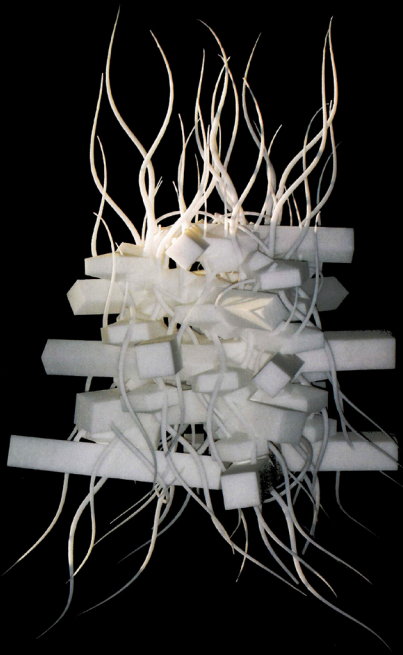
Implant Matrix



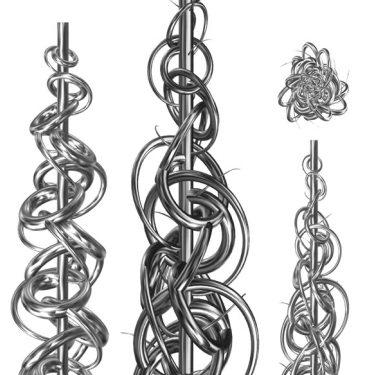
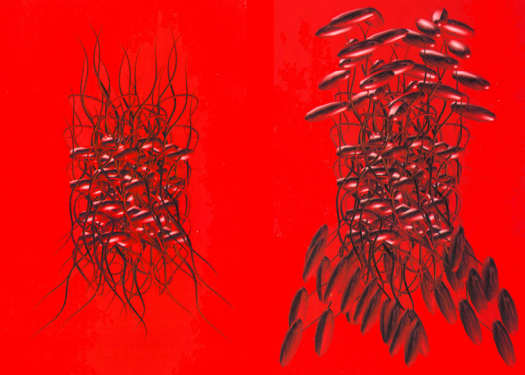
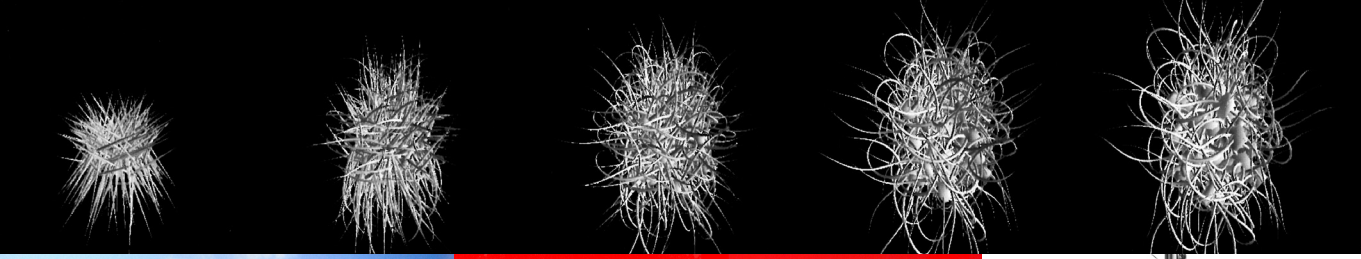
χαρακτήρα, που απομακρύνεται από το δίπολο στέγαστρο – υποστύλωμα. Και στα δύο έργα, είναι δυνατή η αναγνώριση της ανθρώπινης παρουσίας μέσω αισθητήρων, και οι κινήσεις των στοιχείων, μέσω ψηφιακών ενσωματωμένων υπολογισμών.

Το **Implant Matrix**, στο InterAccess Media Arts Center του Τορόντο, ένα μωσαϊκό από μικρότερα διαδραστικά ορθογώνια στοιχεία το καθένα σχεδιασμένο αυτόνομα και κατασκευασμένο με μεθόδους laser-cut. Η κατασκευή, μέσω αισθητήρων, ανταποκρίνεται στην ανθρώπινη παρουσία και κίνηση, και μέσω ενσωματωμένων υπολογισμών αντιδρά με διάφορες κινήσεις. Ουσιαστικός σκοπός της αρχιτεκτονικής ομάδας, σύμφωνα με την ίδια, είναι η χρήση του Implant Matrix σε υπάρχοντα κτίρια και τοπία, για τη διευκόλυνση και την ενίσχυση της λειτουργίας τους.

Τέλος, αντίστοιχες διαδικασίες βρίσκονται και στις κατασκευές **Orgone Reef** και **Orpheus Filter**, τα οποία συνδυάζουν τη βιομηχανική – γλυπτική με το διαδραστικό χαρακτήρα της λειτουργίας τους.^{35, 36}



Digitally Grown Botanic Towers

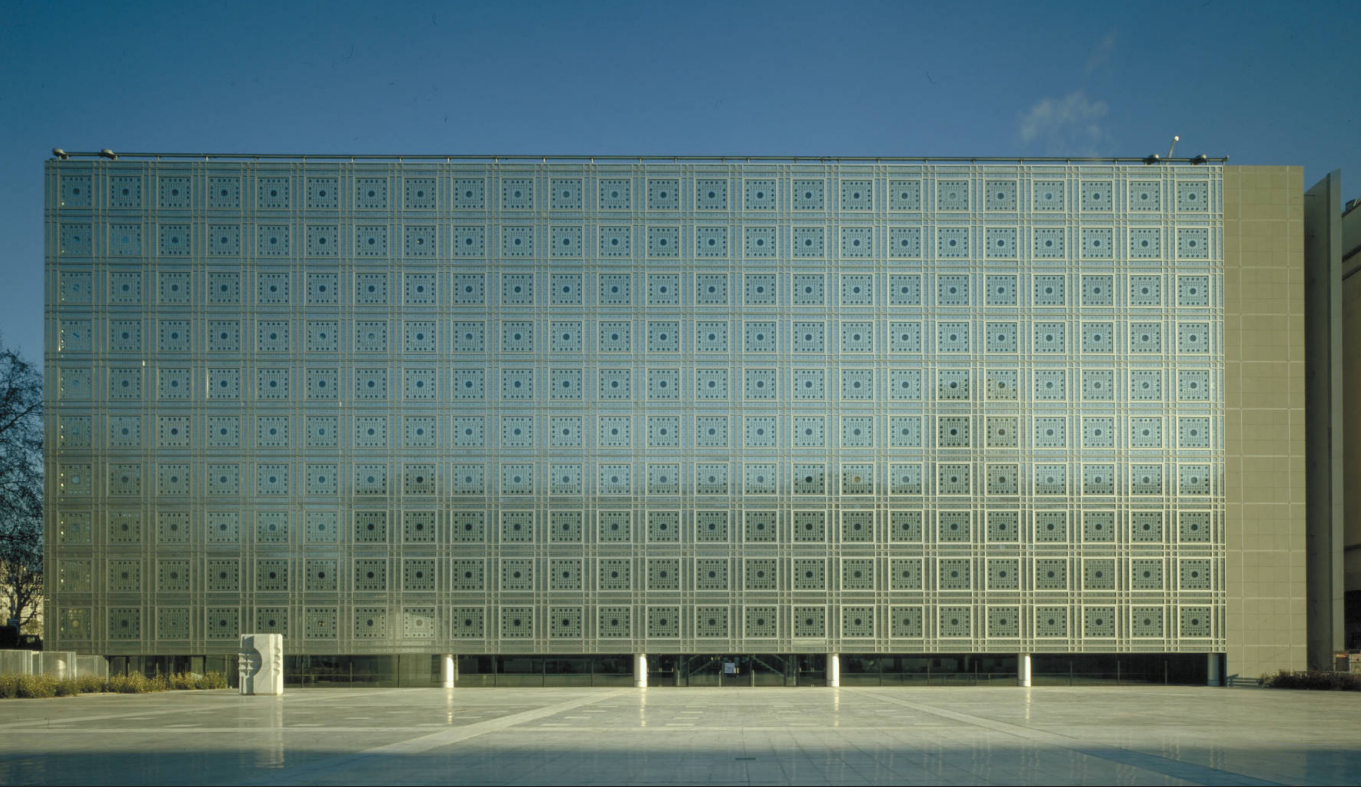


5.18 Digitally Grown Botanic Towers, Digitally Grown Trusses – Dennis Dollens

biomimetics

Η μίμηση της ανάπτυξης των φυτικών οργανισμών και της ανταπόκρισή τους στον ήλιο και τον άνεμο, ήταν η έμπνευση για τη δημιουργία των **Digitally Grown Botanic Tower #2, #3**, στη Βαρκελώνη και στην Αριζόνα, αντίστοιχα, και του **Exodesic / Digitally Grown Trusses, Connectors and Towers**.

Και στα τρία παραδείγματα, είναι εμφανής η προσπάθεια του σχεδιαστή να μιμηθεί τη μορφή της φύσης, ενώ λιγότερο, αλλά και πάλι με επιτυχία, το καταφέρνει στη μίμηση της κίνησης των φυτικών οργανισμών. Συγκεκριμένα, περισσότερο στο Digitally Grown Botanic Tower #3 αναλύονται οι κινήσεις των στοιχείων της κατασκευής, ώστε να μιμηθεί την ανάπτυξη ενός φυτού, ενώ στο Exodesic γίνεται μια προσπάθεια ταύτισης των φυτικών μερών (φύλλα, κορμός) με αρχιτεκτονικά στοιχεία (τοίχος, υποστύλωμα). Σε κάθε περίπτωση, όμως, γίνεται προγραμματισμός και ψηφιακός υπολογισμός, ώστε τα γλυπτά – αρχιτεκτονήματα να ανταποκρίνεται όχι μόνο στο χώρο, αλλά και στο χρόνο, όπως ορίζει και το θεωρητικό υπόβαθρο της ανάπτυξης. Η μίμηση της μορφής αλλά και των κινήσεων, καθιστούν τα έργα του Dennis Dollens αξιόλογα παραδείγματα βιομιμητικής.³⁷



Institute du Monde Arabe



5.19 Institute du Monde Arabe – Jean Nouvel, Παρίσι, 1987 *interactive*

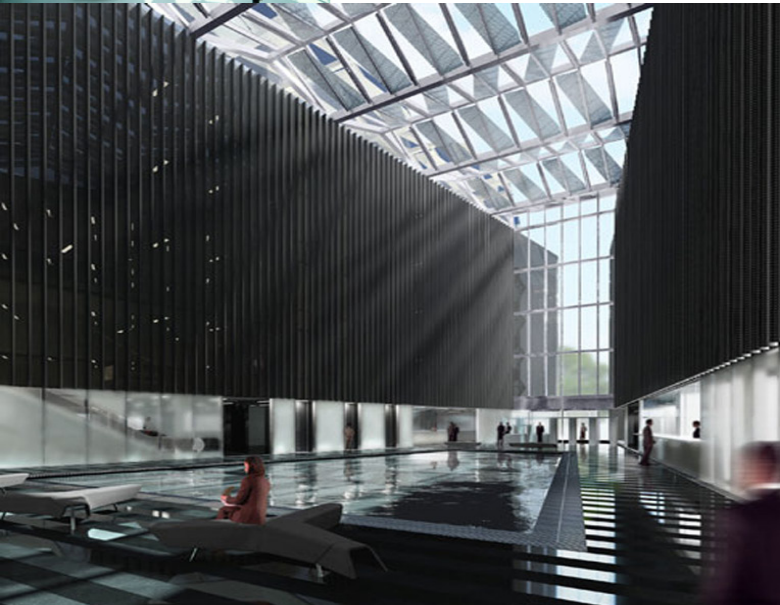
Ως μια αρχιτεκτονική γέφυρα μεταξύ δύο διαφορετικών πολιτισμών, το Αραβικό Ινστιτούτο στο Παρίσι, σχεδιασμένο από το Jean Nouvel, έρχεται να εισάγει στη Δυτική Αρχιτεκτονική ένα κτίριο με Ανατολικό περιεχόμενο, φιλοσοφία και τάσεις ενός άγνωστου πολιτισμού. Το κτίριο, καρπός συμφωνίας μεταξύ της Γαλλίας και 19 αραβικών κρατών, περιλαμβάνει γραφεία, βιβλιοθήκες, μουσείο και χώρους πολιτισμού, ενώ τις πύλες του περνούν καθημερινά δεκάδες επισκέπτες, αραβικής, και όχι μόνο, καταγωγής.

Πέρα από το αρχιτεκτονικό ενδιαφέρον που προσδίδει η τοποθέτηση του Ινστιτούτου, πλησίον της όχθης του ποταμού Σηκουάνα και σε μικρή απόσταση από τα διάσημα παριζιάνικα μνημεία, όπως η Παναγία των Παρισίων, έντονο είναι το διαδραστικό και κινηματικό στοιχείο, συγκεκριμένα στη νοτιοδυτική όψη του κτιρίου. Στην ορθογώνια κινηματική πρόσοψη, τοποθετούνται 240 επιμέρους τετράγωνα στοιχεία, τα οποία κάθε ώρα εκτελούν κινήσεις ανοίγματος και κλεισίματος, με σκοπό την ελεγχόμενη εισροή ηλιακής ακτινοβολίας και τον έλεγχο του φυσικού φωτισμού.

Η κατασκευή της πρόσοψης του Αραβικού Ινστιτούτου αποτελεί πρόδρομο των κατασκευών του **Chuck Hoberman**, οι οποίες, όπως αναλύεται παρακάτω, βασίζονται εκτενώς στην κίνηση και στο μετασχηματισμό του αρχιτεκτονικού στοιχείου. Εξάλλου, η δεκαετία του '80, στην οποία κατασκευάστηκε το κτίριο, αποτελεί μία χρονική γέφυρα – σταθμό ανάμεσα στις πρώτες σκέψεις για την εισαγωγή της κίνησης στην αρχιτεκτονική και στη σύγχρονη διαδραστική αρχιτεκτονική.^{38, 39}



Audiencia Provincial



Tribunal Superior de Justicia

Wyss Institute



5.20 Chuck Hoberman Associates *transformable architecture*

Η κινηματική και η σχηματική μεταβλητότητα στην αρχιτεκτονική (*transformable architecture*) έχει ως χαρακτηριστικά παραδείγματα το μεγαλύτερο μέρος της εργογραφίας του **Chuck Hoberman και, κατ' επέκταση, του γραφείου Hoberman Associates**. Ο αρχιτέκτων δραστηριοποιείται σε κατασκευές – γλυπτά ικανές να τοποθετηθούν οπουδήποτε, αν φυσικά το επιτρέπει η κλίμακα και οι διαστάσεις. Μέσω ενσωματωμένου υπολογιστικού συστήματος, τα μέρη της κατασκευής κινούνται με διαδικασίες κινηματικής (κυρίως μετατόπισης και αναδίπλωσης / *folding, scissor-type*), δημιουργώντας ένα «ζωντανό θέαμα» στα μάτια των θεατών. Γι αυτό το λόγο, η επίσημη ιστοσελίδα στο Διαδίκτυο του αρχιτέκτονα αναφέρει τις κατασκευές του ως «*transformable structures*».

Οι αρχικές, χρονολογικά, κατασκευές έχουν να κάνουν με τη συνεργασία κινηματικής – ενσωματωμένων υπολογισμών – περιβαλλοντολογικών συνθηκών. Πολλά παραδείγματα βρίσκονται σε κατασκευές – στέγαστρα, ή σε επικαλύψεις τοίχων, τα στοιχεία των οποίων είναι μετακινούμενα, ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η οροφή **Audiencia Provincial** στο **Campus of Justice** στη Μαδρίτη. Η οροφή αποτελείται από κυψέλες εξαγωνικού σχήματος, στο εσωτερικό των οποίων υπάρχουν περσίδες μικρής κλίμακας. Οι κυψέλες έχουν τη δυνατότητα να συστέλλονται με κινηματικές διαδικασίες μετατόπισης, αναδίπλωσης και ένθεσης. Το προσδοκώμενο αποτέλεσμα είναι ένα γραμμικό στοιχείο, το οποίο, ουσιαστικά, είναι ολόκληρη η κυψέλη αναδιπλούμενη. Ανάλογα με τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες (ηλιοφάνεια, βροχή, κ.λπ.), οι κυψέλες έχουν τη δυνατότητα να ανοιγοκλείνουν για την καλύτερη άνεση στο εσωτερικό.

Στο ίδιο κτίριο, βρίσκουμε και την κατασκευή **Tribunal Superior de Justicia**, αντίστοιχης ιδέας και διαδικασίας. Η διαφορά έγκειται στο σχήμα των κυψελικών στοιχείων, τα οποία είναι ορθογώνια, και μπορούν να χωριστούν σε δύο όμοια τρίγωνα, τα οποία στη συνέχεια αναδιπλώνονται. Εξωτερικοί αισθητήρες ελέγχουν τις καιρικές συνθήκες (ηλιοφάνεια, βροχή, κ.λπ.), ενώ εσωτερικοί αλγοριθμικοί υπολογισμοί επεξεργάζονται τα ανωτέρω δεδομένα και εκτελούν ανάλογες εντολές κίνησης στο στέγαστρο.

Παρόμοια διαδικασία συναντάμε στο κέλυφος του **Simons Center** στο **Stony Brook University**, όπως και του **Wyss Institute** στο **Harvard University**. Και στις δύο

Adaptive Fritting



POLA Ginza Façade

POLA Ginza Façade



Expanding Video Screen



κατασκευές, είναι έντονο το κινηματικό και διαδραστικό στοιχείο του κελύφους, σε σχέση με το περιβάλλον. Μικρότερα στοιχεία διάφορων σχημάτων (εξαγωνικά, τριγωνικά, κυκλικά) βρίσκονται το ένα δίπλα στο άλλο, και, μάλιστα, κάποιες φορές σε παράλληλες αποστάσεις μεταξύ τους. Ανάλογα με τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες, οι διάφορες «στρώσεις» του κελύφους μετακινούνται με τέτοιο τρόπο ώστε το ηλιακό φως να βρίσκει εύκολα ή δύσκολα διέξοδο προς το εσωτερικό. Με αυτόν τον τρόπο, επιτυγχάνεται οπτική άνεση μέσα στα κτίρια.

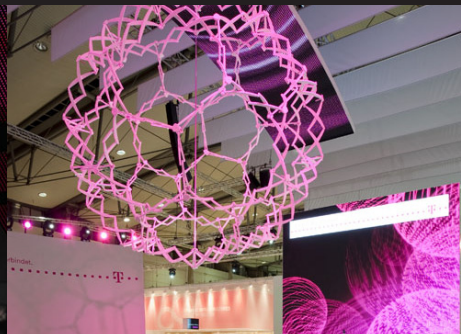
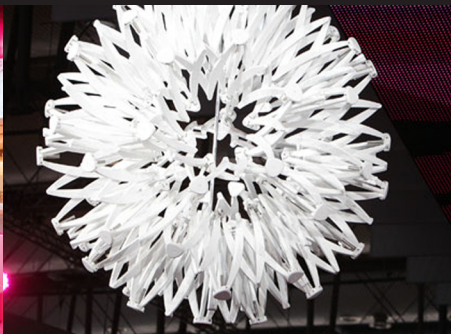
Χαρακτηριστικό είναι το μέγεθος της έκτασης του προαναφερθέντος κελύφους στο Simons Center, 124τ.μ., ενώ στο Wyss Institute η ίδια κατασκευή συναντάται και στο εσωτερικό, ως ενδιάμεσος τοίχος-χώρισμα, από το δάπεδο ως την οροφή. Επιπλέον, στο Πανεπιστήμιο του Harvard συναντούμε και το **Adaptive Fritting**, κατασκευή πάνω στην ίδια ιδέα, αλλά σε μικρότερη κλίμακα. Πρόκειται για το περίβλημα σε μορφή παραθύρου που διαχωρίζει μία αίθουσα του Πανεπιστημίου από το εξωτερικό της. Το ιδιαίτερης μορφής «παράθυρο» αποτελείται από 6 τμήματα, ενώ το σύνολο της κατασκευής έχει μήκος 7,3μ. και ύψος 1,2μ.

Παρόμοιας λογικής είναι και η πρόσοψη **POLA Ginza Façade** στο Τόκυο. Πρόκειται για μια κατασκευή στην οποία συνδυάζεται το κέλυφος του κτιρίου με το σύστημα σκιασμού και ηλιοπροστασίας. Η πρόσοψη του 4ώροφου κτιρίου αποτελείται από επιμέρους μικρά στοιχεία, κινούμενα κατά τον κατακόρυφο άξονα. Η κίνηση αυτή προκαλεί και την επιλογή ηλιασμός – σκιά στο εσωτερικό του κτιρίου, ενώ κάθε στοιχείο κινείται αυτόνομα σε σχέση με τα υπόλοιπα.

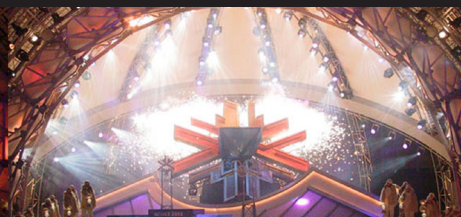
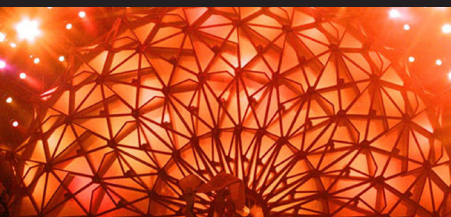
Τα επόμενα παραδείγματα των κατασκευών της Hoberman Associates έχουν τον κοινό παρανομαστή της κινηματικής των επιμέρους στοιχείων. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, πρόκειται για «γλυπτά» που εκτελούν διαδικασίες μετατόπισης, αναδίπλωσης και ένθεσης προσφέροντας ένα ζωντανό θέαμα στους επισκέπτες.

Το πιο γνωστό, ίσως, έργο, διάσημο και εκτός των αρχιτεκτονικών κύκλων, είναι το **Expanding Video Screen** για την περιοδεία με τίτλο «360° Tour» του συγκροτήματος U2. Για τις ανάγκες των ζωντανών εμφανίσεων, απαραίτητη ήταν η σύνθεση της κατασκευής με πολλές οθόνες μεγάλου μεγέθους. Για να επιτευχθεί ομαλή και εύκολη ορατότητα από κάθε σημείο του περιβάλλοντος χώρου, στην κατασκευή τοποθετήθηκαν οθόνες σε κάθε πλευρά, δημιουργώντας ένα ελλειπτικό σχήμα. Το σύνολο συμπληρώνεται με το «κινηματικό γλυπτό», όπου ανάλογα με τα τραγούδια, τις αντιδράσεις του κοινού και το

Expanding Sphere



Hoberman Arch



Emergent Surface



πρόγραμμα του συγκροτήματος εκτελεί τις προκαθορισμένες κινήσεις.

Παρόμοιες διαδικασίες κινηματικής έχει και η **Expanding Sphere** στο CeBIT 2010, στο Αννόβερο της Γερμανίας. Η σφαίρα έχει μικρότερη ακτίνα 1,3μ., ενώ με τις κινήσεις των στοιχείων φτάνει στα 4,5μ.. Το υλικό των επιμέρους στοιχείων της είναι αλουμίνιο, ιδιαίτερης κατασκευής, το οποίο χρησιμοποιείται ακόμα και στην αεροναυπηγική. Τα στοιχεία της σφαίρας, αισθητά μικρότερης αναλογίας από το γενικό σύνολο, έχουν μια ελαφριά καμπύλη ώστε να διευκολύνονται οι πολύπλοκες κινήσεις, κάτι που είναι εμφανές όταν η Expanding Sphere αναπτύσσεται στο μέγιστο βαθμό.

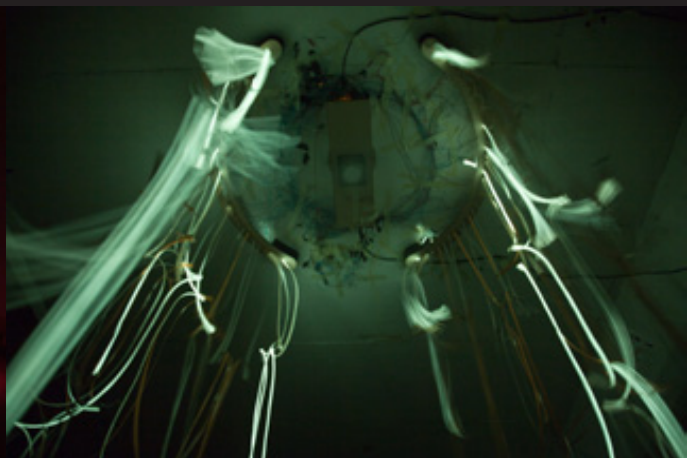
Η κατασκευή **Hoberman Arch**, για τους Χειμερινούς Ολυμπιακούς Αγώνες του 2002 στο Salt Lake City έχει παραπλήσια δομή με τα δύο προαναφερθέντα παραδείγματα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, πρόκειται για ένα στοιχείο ημισφαιρικού περίπου σχήματος, με 22μ. πλάτος και 10,7. ύψος. Ουσιαστικά αποτέλεσε τμήμα ενός συνολικού θεάματος, καθώς οι κινήσεις της Hoberman Arch συνδυάζονταν με κινήσεις φωτός, μουσική και χορευτικές παρουσιάσεις.

Το **Expanding Helicoid** στο Milwaukee των Ηνωμένων Πολιτειών, και το **Iris Dome** στο Αννόβερο της Γερμανίας έχουν και αυτά την ιδέα της κινηματικής κατασκευής – γλυπτού στο χώρο. Το Expanding Helicoid πρόκειται για μια κατασκευή σχήματος έλικα, η οποία στην εκτεταμένη της μορφή θυμίζει εσωτερικό κλιμακοστάσιο. Παράλληλα, το Iris Dome είναι ένα στέγαστρο μικρής κλίμακας παρουσιασμένο στο γερμανικό περίπτερο της Expo 2000, το οποίο έχει τη δυνατότητα να αλλάζει τη φόρμα του, από ημισφαίριο σε ένα σχήμα μισής τρισδιάστατης έλλειψης.

Τέλος, στο πεδίο των διαδραστικών (*interactive*) κατασκευών, συναντούμε το **Emergent Surface**, τοποθετημένο στο MoMA της Νέας Υόρκης. Πρόκειται για ένα είδος τοίχου – διαχωριστικού στοιχείου, το οποίο έχει τη δυνατότητα είτε να παρουσιάζεται ως ένα ενιαίο στοιχείο, είτε να διαχωρίζεται σύμφωνα με τα 7 υποστυλώματα – οδηγούς του. Περιβαλλοντολογικές, αλλά και εξωγενείς ανθρώπινες συνθήκες μπορούν να διαμορφώσουν διάφορους τύπους κινήσεων και σχήματος, επιτρέποντας στην κατασκευή ακόμα και να συμπυκνωθεί πλήρως, αφήνοντας, ουσιαστικά, στη θέα του επισκέπτη τα 7 υποστυλώματα – οδηγούς.⁴⁰



Material Animation



5.21 Material Animation – Manuel Kretzer, Ruairi Glynn, 2010 *kinetics, new materiality, νέα υλικότητα, digital*

Το εύρος της νέας υλικότητας στην αρχιτεκτονική και των ιδιαίτερων δυνατοτήτων της στην της κινηματική αποτυπώνεται απλούστατα στο παράδειγμα του **Material Animation**, κατασκευασμένου από τους Manuel Kretzer και Ruairi Glynn και τοποθετημένου στην έκθεση ETH της Ζυρίχης. Οι προϋπάρχοντες υπολογισμοί στην κατασκευή του έργου και η άμεση σχέση του με την κίνηση και το φως, το καθιστούν παράδειγμα και της ψηφιακής, *digital* αρχιτεκτονικής.

Η κατασκευή αποτελείται από προ-κατασκευασμένες ταινίες, κομμένες με laser-cut μεθόδους, που έχουν τη δυνατότητα να εκπέμπουν φως και ενέργεια μέσω φωτός. Οι εγκατεστημένοι αισθητήρες αντιλαμβάνονται τις κινήσεις των ανθρώπων μέσα στο δωμάτιο, αλλά και το πλήθος των επισκεπτών, ακόμα και τις δραστηριότητές τους. Η ανταπόκριση φέρνει την κίνηση στην κατασκευή του Material Animation, αλλά και την εκπομπή φωτός από την κατασκευή. Ο σκοπός είναι η δημιουργία ενός ευχάριστου και φιλικού περιβάλλοντος στο χρήστη, η δημιουργία οικείας ατμόσφαιρας, αποτέλεσμα της επικοινωνίας επισκέπτη – κατασκευής. ^{41, 42, 43}

ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

- (1) – Oosterhuis K., *Hyperbodies: Towards an E-Motive Architecture*, Basel : Birkhäuser ; London : Momena, 2003
- (2) – <http://www.omnispacspace.org/2007/08/lucy-bullivant.html>
- (3) – Burry J., Burry M., *The New Mathematics of Architecture*, Thames & Hudson, 2010, σελ.246-247
- (4) – <http://www.hyperbody.nl/index.php?id=51>
- (5) – [http://www.oosterhuis.nl/quickstart/index.php?id=436&tx_ttnews\[tt_news\]=259&cHash=c4836362fdbcc3fc4b58c208501df27f](http://www.oosterhuis.nl/quickstart/index.php?id=436&tx_ttnews[tt_news]=259&cHash=c4836362fdbcc3fc4b58c208501df27f)
- (6) – <http://www.oosterhuis.nl/quickstart/index.php?id=saltwater-pavillion>
- (7) – Architectural Design Vol. 75 No1, 4DSpace – Interactive Architecture, Wiley, Jan/Feb 2005, σελ. 12
- (8) – Architectural Design Vol. 75 No1, 4DSpace – Interactive Architecture, Wiley, Jan/Feb 2005, σελ. 70-71
- (9) – Architectural Design Vol. 75 No1, 4DSpace – Interactive Architecture, Wiley, Jan/Feb 2005, σελ. 82
- (10), (11) – Κομινιάς Βασίλης, Χαρίστος Βασίλης, *In-terra-active Architecture*, Ερευνητική Εργασία, Α.Π.Θ., 2010, σελ.40-41
- (12) – <http://www.interactivearchitecture.org/spots-realitiesunited.html>
- (13) – Κομινιάς Βασίλης, Χαρίστος Βασίλης, *In-terra-active Architecture*, Ερευνητική Εργασία, Α.Π.Θ., 2010, σελ.38-39
- (14) – <http://www.archidose.org/Apro1/040901a.html>
- (15) – Κομινιάς Βασίλης, Χαρίστος Βασίλης, *In-terra-active Architecture*, Ερευνητική Εργασία, Α.Π.Θ., 2010, σελ.46-48
- (16) – Fox, Michael A., Kemp M., *Interactive Architecture*, Princeton Architectural Press, 2009, p.143
- (17) – <http://electroland.net/projects/enteractive/>
- (18) – Κομινιάς Βασίλης, Χαρίστος Βασίλης, *In-terra-active Architecture*, Ερευνητική Εργασία, Α.Π.Θ., 2010, σελ.70-72
- (19) – <http://eskyiu.com/wp/chinatownwork/>
- (20) – Κομινιάς Βασίλης, Χαρίστος Βασίλης, *In-terra-active Architecture*, Ερευνητική Εργασία, Α.Π.Θ., 2010, σελ.54-56
- (21) – <http://www.d-toren.nl/>
- (22) – http://www.arcspace.com/architects/nox/d_tower/
- (23) – Κομινιάς Βασίλης, Χαρίστος Βασίλης, *In-terra-active Architecture*, Ερευνητική Εργασία, Α.Π.Θ., 2010, σελ.57
- (24) – Bengtsson Linda Ryan, «The Construction of Interactivity in Public Space – A Study of the digital Interactive Installation «Colour by Numbers», 2007, Helsinki, Finland
- (25) – <http://www.colourbynumbers.org>
- (26) – <http://www.colourbynumbers.org/pdf/confpaperLRB-CbNwebformat.pdf>
- (27) – Κομινιάς Βασίλης, Χαρίστος Βασίλης, *In-terra-active Architecture*, Ερευνητική Εργασία,

- A.Π.Θ., 2010, σελ.75-80
- (28) - http://www.lozano-hemmer.com/body_movies.php
- (29) - Κομινιάς Βασίλης, Χαρίστος Βασίλης, *In-terra-active Architecture*, Ερευνητική Εργασία, Α.Π.Θ., 2010, σελ.73-74
- (30) - Spiller Neil, *Digital Architecture Now*, Thames & Hudson, 2008, σελ. 130
- (31) - Κομινιάς Βασίλης, Χαρίστος Βασίλης, *In-terra-active Architecture*, Ερευνητική Εργασία, Α.Π.Θ., 2010, σελ.62-64
- (32) - Spiller Neil, *Digital Architecture Now*, Thames & Hudson, 2008, σελ. 154
- (33) - Fox, Michael A., Kemp M., *Interactive Architecture*, Princeton Architectural Press, 2009, p.238-239
- (34) - Khan O., Brucz J. T., Bruscia N., T. Hume M., «Reflexive Architecture Machines»
- (35) - Spiller Neil, *Digital Architecture Now*, Thames & Hudson, 2008, σελ. 36
- (36) - <http://www.philipbeesleyarchitect.com/sculptures/>
- (37) - Spiller Neil, *Digital Architecture Now*, Thames & Hudson, 2008, σελ. 80
- (38) - Casamonti M., *Jean Nouvel*, Motta, 2009, σελ.36-39
- (39) - <http://www.imarabe.org/>
- (40) - <http://www.hoberman.com/soq/HobermanSOQ.pdf>
- (41) - «material animation», CAAD MAS 2010/11, Manuel Kretzer, 2011
- (42) - <http://www.architerials.com/2011/05/material-animation-eth-experiments-with-electroluminescent-foil/>
- (43) - www.mas.caad.arch.ethz.ch/mas1011

ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

5.1 ADA Space – Intelligent Room, ETH Ζυρίχη – Kas Oosterhuis, 2002:

http://architettura.it/interview/20040205/index_en.htm
Architectural Design 4 – Interactive Architecture, σελ. 87-89

5.2. Interactive Wall, Αννόβερο, Γερμανία – Kas Oosterhuis, 2009

Burry J., Burry M., *The New Mathematics of Architecture*, Thames & Hudson, 2010, σελ.246-247
<http://sojamo.tumblr.com/post/100545512/interactivewall-a-project-by-hyperbody-a>
[http://www.oosterhuis.nl/quickstart/index.php?id=436&tx_ttnews\[tt_news\]=259&cHash=c4836362fdbcc3fc4b58c20850idf27f](http://www.oosterhuis.nl/quickstart/index.php?id=436&tx_ttnews[tt_news]=259&cHash=c4836362fdbcc3fc4b58c20850idf27f)

5.3. Saltwater Pavilion, Neeltje-Jans, Ολλανδία – Kas Oosterhuis, 1997

<http://europaconcorsi.com/projects/16976-Saltwater-Pavillion>

5.4 ICE – Bloomberg Headquarters

Architectural Design Vol. 75 No1, 4DSpace – Interactive Architecture, Wiley, Jan/Feb 2005, σελ. 12
<http://architourist.pbworks.com/w/page/13599621/Bloomberg%20ICE>

5.5 Son-O-House – Lars Spuybroek, NOX – Ολλανδία, 2004

Architectural Design Vol. 75 No1, 4DSpace – Interactive Architecture, Wiley, Jan/Feb 2005, σελ. 70-71

5.6 BIX Matrix, Kunsthau – Peter Cook, Graz, Αυστρία, 2003

Architectural Design Vol. 75 No1, 4DSpace – Interactive Architecture, Wiley, Jan/Feb 2005, σελ. 82

5.7 SPOTS Installation – Potsdammer Platz, Βερολίνο, 2005

<http://www.interactivearchitecture.org/spots-realitiesunited.html>
<http://www.oobject.com/category/15-blade-runner-buildings/>

5.8 Wind Tower – Toyo Ito, Yokohama, 1986

<http://eng.archinform.net/projekte/9083.htm>
<http://www.eddielayton.com/blog/12/media-facades-art-or-architecture/>

5.9 Enteractive Carpet – Electroland L.L.C., Los Angeles, 2006

<http://www.segd.org/design-awards/2008-design-awards/enteractive-at-11th-and-flower.html?li=4#/design-awards/2008-design-awards/enteractive-at-11th-and-flower.html?li=8>

5.10 Chinatown Work – Marisa Yiu, Eric Schuldenfrei, Chinatown, New York, 2006

<http://eskyiu.com/wp/chinatownwork/>

5.11 D-Tower – NOX, Q.S. Sarafijn, Doetinchem, Ολλανδία, 2004

<http://openbuildings.com/buildings/d-tower-profile-2269>
<http://www.v2.nl/lab/projects/d-tower/>

5.12 Colour by Numbers, Ericsson Tower – Erik Krikortz, Milo Lavén, Loove Broms, Στοικχόλμη, 2006

<http://www.colourbynumbers.org/pdf/confpaperLRB-CbNwebformat.pdf>

5.13 Relational Architecture: #6 – Body Movies, #11 – Under Scan – Rafael Lozano

<http://www.lozano-hemmer.com/>

5.14 Aegis Hyposurface – Mark Goulthorpe

<http://www.mediaarchitecture.org/aegis-hyposurface-kinetic-mediafassade/>
<http://fluxwurx.com/installation/?p=194>

5.15 Usman Haque

Spiller Neil, *Digital Architecture Now*, Thames & Hudson, 2008, σελ. 154
<http://thefunambulist.net/2010/12/23/interviews-usman-haque-and-granularity/>
<http://www.interactivearchitecture.org/open-burble-usman-haque.html>

5.16 Open Columns – Omar Khan

Khan O., Brucz J. T., Bruscia N., T. Hume M., «Reflexive Architecture Machines»

5.17 Hylozoic Soil – Philip Beesley, 2007

<http://www.philipbeesleyarchitect.com/sculptures/>

5.18 Digitally Grown Botanic Towers, Digitally Grown Trusses – Dennis Dollens

Spiller Neil, *Digital Architecture Now*, Thames & Hudson, 2008, σελ. 80

5.190 Institute du Monde Arabe – Jean Nouvel, Παρίσι, 1987

Casamonti M., *Jean Nouvel*, Motta, 2009, σελ.36-39
<http://www.flickr.com/photos/nichitecture/5498603182/sizes/l/in/photostream/>

5.20 Chuck Hoberman Associates

<http://www.hoberman.com/soq/HobermanSOQ.pdf>

5.21 Material Animation – Manuel Kretzer, Ruairi Glynn, 2010

«material animation», CAAD MAS 2010/11, Manuel Kretzer, 2011
www.mas.caad.arch.ethz.ch/mas1011
<http://www.architerials.com/2011/05/material-animation-eth-experiments-with-electroluminescent-foil/>



6 επίλογος



6. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η αρχιτεκτονική, στην προσπάθειά της να γίνει ευφυής, ευμετάβλητη, ευέλικτη, να διαθέτει αυτοοργάνωση και να αισθάνεται διαφορετικές συνθήκες και καταστάσεις, ξεφεύγοντας από τα όρια της ακινησίας και της απραξίας, υιοθέτησε ιδιότητες όπως η διάδραση, η προσαρμογή και η ανταπόκριση. Η προσπάθεια αυτή, που ξεκίνησε τη δεκαετία του '60 από τον κύκλο των cyberneticians, κατέληξε σήμερα σε μία χαοτική κατάσταση, που περιλαμβάνει διαφορετικές αντιμετωπίσεις των ίδιων προβλημάτων. Οι όροι διαδραστική, προσαρμοστική και ανταποκρινόμενη αναφέρονται σε τομείς της αρχιτεκτονικής, χωρίς διακριτά όρια, αποτελώντας συχνά όψεις του ίδιου νομίσματος.

Μέσω της παρούσας ερευνητικής εργασίας, επιχειρήσαμε πρώτα να οριοθετήσουμε, όσο αυτό ήταν δυνατόν, και έπειτα να παρουσιάσουμε με παραδείγματα τις διαφορετικές αυτές κατευθύνσεις, εστιάζοντας στα κοινά τους στοιχεία και τις διαφορές τους. Η προσπάθεια αυτή οδήγησε σε διάφορα συμπεράσματα, αλλά κυρίως ανέδειξε τις έντονες μεταβολές που συμβαίνουν στο χώρο, με την εισαγωγή της διάστασης του χρόνου στην αρχιτεκτονική, αλλά και των υπολοίπων ιδιοτήτων που αναφέρθηκαν παραπάνω. Ο χώρος, πλέον, είναι εύπλαστος, συνδιαλέγεται και επηρεάζεται από το χρήστη, αλλά και το περιβάλλον σε πραγματικό χρόνο. Το αρχιτεκτόνημα επικοινωνεί ισότιμα με το χρήστη στη διαδραστική αρχιτεκτονική, διαμορφώνοντας μία μορφή διαλόγου, ανάλογη αυτής που παρατηρείται μεταξύ δύο διαφορετικών ατόμων. Το πρώτο, λοιπόν, αποτέλεσμα που προκύπτει είναι μία υποκειμενική αντιμετώπιση του χώρου, καθώς ο χρήστης ή η ομάδα των χρηστών του, αναπτύσσουν συναισθήματα, όπως θα ανέπτυσαν κατά τη γνωριμία τους με άλλα πρόσωπα. Η έννοια, έτσι, και η αίσθηση του χώρου στη διαδραστική αρχιτεκτονική αποκτά μεγαλύτερη σημασία, καθώς ο χρήστης οικειοποιείται και αντιλαμβάνεται το χώρο, πλέον, με μεγαλύτερη επίγνωση και συναισθηματική εξάρτηση. Έχουμε, λοιπόν, τη δημιουργία χωρικών δρωμένων που επηρεάζουν το χρήστη.

Μία άλλη πτυχή που εμφανίζεται μέσω αυτής της κατηγοριοποίησης των μορφών της διαδραστικής αρχιτεκτονικής είναι η προσπάθεια για ένταξη του αρχιτεκτονήματος μέσα σε ένα διευρυμένο δίκτυο πληροφορίας, που αποτελείται, πρωτίτως, από ανθρώπους και, κατά δεύτερον, από τον αστικό ιστό, ακόμη και από αντικείμενα καθημερινής χρήσης. Όλα αποτελούν μικρά κομμάτια ενός σμήνους, μέσω των οποίων η ροή της πληροφορίας

είναι συνεχής, όπως επισημαίνει ο Kas Oosterhuis. Ο χώρος ενός κτιρίου συνδέεται πλέον μέσω του δικτύου που δημιουργείται με άλλους απομακρυσμένους χώρους, δημόσιους και μη, δίνοντας την δυνατότητα στο χρήστη να επικοινωνεί πια άμεσα με άλλα άτομα και κοινωνικές ομάδες σε μεγάλες αποστάσεις. Διαταράσσεται, πλέον, η υπάρχουσα κοινωνική και αστική δομή και καταργείται έως ένα ποσοστό η έννοια της τοπικότητας. Ο χρήστης αποκτά, επίσης, τη δυνατότητα να συνδιαλέγεται και να διαδρά εκτός των υπολοίπων χρηστών και κτιριακών μερών, με διάφορα καθημερινά αντικείμενα, τα οποία αποτελούν και αυτά, κομμάτι του συγκεκριμένου ψηφιακού δικτύου. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης της «ήρεμης τεχνολογίας» που έχει εισέλθει στη ζωή μας, φαινόμενο που έχει οριστεί ήδη ως «ubiquitous computing». Όπως έχει επισημανθεί από το Weinstock, η εποχή μας χαρακτηρίζεται από δύο διαφορετικές καταστάσεις ή κόσμους που συνυπάρχουν, το φυσικό και τον ψηφιακό κόσμο. Οι παραπάνω ιδιότητες, που στον ψηφιακό κόσμο θεωρούνται δεδομένες, εισέρχονται με γοργούς ρυθμούς και στο φυσικό, παίρνοντας υλική υπόσταση στο διαδραστικό κτίριο, το οποίο αποτελεί κόμβο και σημείο συνάντησης των δύο αυτών κόσμων. Το αρχιτεκτόνημα παίρνει τον ρόλο ενός μεγεθυμένου interface, αναλαμβάνοντας τον έλεγχο όλου αυτού του όγκου εισερχόμενης και εξερχόμενης πληροφορίας, με το χρήστη στο ρόλο του διαχειριστή.

Η τρίτη διάσταση που εμφανίζεται μέσα από τους ορισμούς της διαδραστικής και προσαρμοστικής αρχιτεκτονικής είναι η σχέση που αναπτύσσει το αρχιτεκτόνημα με το περιβάλλον και τις συνθήκες που επικρατούν σε αυτό. Το κτίριο ανήκει και εδώ σε ένα δίκτυο, ή καλύτερα σε ένα οικοσύστημα, και, όπως όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί, προσπαθεί να προσαρμοστεί σε αυτό. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, αναπτύσσονται διαδικασίες που στοχεύουν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και στην επέκταση της ζωής του κτιρίου. Οι διαδικασίες αυτές είναι συχνά αυτοματοποιημένες, και παρ' ότι το αρχιτεκτόνημα διαδρά ζωντανά σε πραγματικό χρόνο με το περιβάλλον και τις συνθήκες που επικρατούν σε αυτό, η συμμετοχή του χρήστη σε αυτήν τη διαδικασία είναι αρκετά περιορισμένη.

Το κτίριο, μέσω αυτής της κατηγοριοποίησης της αρχιτεκτονικής, εμφανίζεται ως ένας ακόμη ζωντανός οργανισμός με κύριες ανάγκες τη βιωσιμότητα και την κοινωνικοποίησή του. Ως ζωντανός οργανισμός αναζητά την επιβίωση και την παράταση του ορίου ζωής του, με την προσαρμογή στις περιβαλλοντικές συνθήκες, δαπανώντας παράλληλα το ελάχιστο ποσοστό ενέργειας, όπως συμβαίνει στην φύση. Ταυτόχρονα, όμως, αποτελεί κομμάτι μιας ολότητας, που επικοινωνεί με όλα τα ενεργά μέλη αυτού του δικτύου, και κυρίως με τους ενοίκους – χρήστες. Το ιδανικό κτίριο θα ήταν σε θέση να εκπληρώσει ταυτόχρονα και

τις δύο αυτές επιδιώξεις, τη στιγμή που αυτό που συμβαίνει στην πραγματικότητα είναι η επιλογή της μίας λειτουργίας εις βάρος της άλλης. Πόσο λοιπόν είναι εφικτή η κατασκευή αυτού του ιδανικού κτιρίου που συμπεριφέρεται ως ζωντανός οργανισμός;

Εκτός της κατηγοροποίησης της διαδραστικής αρχιτεκτονικής, στη παρούσα ερευνητική εργασία παρουσιάστηκαν και αναλύθηκαν τα μέσα που προσπαθούν να καταστήσουν αυτόν τον τύπο αρχιτεκτονικής πραγματικότητα. Αναφερόμαστε στο μηχανικό παράδειγμα που αποτελείται από τη σύγκλιση της κινηματικής και των ενσωματωμένων υπολογιστικών συστημάτων, αλλά και στο βιολογικό ή νέο παράδειγμα που τείνει να το εξαλείψει, πριν ακόμη το μηχανικό παράδειγμα φτάσει στην κορύφωσή του. Οι εξελίξεις της τεχνολογίας προχωρούν με ραγδαίο ρυθμό, προσπερνώντας κατά πολύ τυχόν οραματικές και φιλοσοφικές αναλύσεις. Η τυποποίηση και παραγωγή νέων βιομημητικών υλικών είναι αυτή που οδηγεί σε νέες μεγάλες αλλαγές, αναλαμβάνοντας ρόλο παρόμοιο με αυτόν των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων τη δεκαετία του '80. Οι αρχιτέκτονες έχουν, πλέον, να διαχειριστούν μία πιο ολιστική αντιμετώπιση της αρχιτεκτονικής, που περιλαμβάνει ένα μεγάλο εύρος κλιμακών, από το επίπεδο του «nao» και της νανοτεχνολογίας, έως το επίπεδο του κτιρίου και του αστικού συστήματος. Το βιολογικό παράδειγμα διέπει όλες αυτές τις μορφές οργάνωσης. Είναι, όμως, οι αρχιτέκτονες σε θέση να διαχειριστούν αυτήν τη μεγάλη διαφορά κλίμακας; Πώς θα μπορούσαν να εντάξουν την κλίμακα των έξυπνων υλικών στην κλίμακα του κτιρίου;

Είναι, λοιπόν, γεγονός ότι για να μπορέσει να καθιερωθεί το νέο βιολογικό παράδειγμα, θα πρέπει πρώτα να εξετασθούν και να προσδιοριστούν αισθητικά, λειτουργικά και φιλοσοφικά ζητήματα που αφορούν το περιβάλλον και τον άνθρωπο σύμφωνα με το βιολογικό σχεδιασμό. Η υιοθέτησή του, επίσης, εγείρει ερωτήματα για το αν αποτελεί οικονομικά προσιτή λύση, και το κατά πόσον θα μπορέσει να καθιερωθεί και να προσφέρει μία πραγματική αλλαγή και ανατροπή στο χτισμένο περιβάλλον.

Η διαδραστική αρχιτεκτονική προβάλλει ζητήματα αλλαγής και επαναπροσδιορισμού της σχέσης κτιρίου – χρήστη, της μονιμότητας του κτιρίου, αλλά και αλλαγή της κοινωνικής και χωρικής δομής, που θέτουν ερωτήματα ηθικού περιεχομένου, καθώς μπορεί να επηρεάσει την προσωπική ζωή και την ψυχική κατάσταση των χρηστών.

Μπορεί, όμως, να προσφέρει λύσεις στην κοινωνική απομόνωση και διαστρωμάτωση της κοινωνίας, στον περιορισμό της πληροφορίας και της επικοινωνίας, αλλά επίσης και σε ζητήματα οικονομικής και περιβαλλοντικής κρίσης που αντιμετωπίζει σήμερα ο κόσμος; Εγείρονται, λοιπόν, δύο ερωτήματα προς απάντηση: Πρώτον, κατά πόσο θεωρείται ως λύση

σε όλα αυτά τα ζητήματα η αντιμετώπιση του κτιρίου – αρχιτεκτονήματος ως ένας ακόμη ζωντανός οργανισμός με τις δικές του ανάγκες και ιδιαιτερότητες; Και, κατά δεύτερον, σε τι βαθμό είναι σε θέση το βιολογικό παράδειγμα να προσδώσει στο κτίριο τα επιθυμητά εκείνα χαρακτηριστικά που διέπουν έναν ζωντανό οργανισμό;

Οι Kemp και Fox στο βιβλίο τους «Interactive Architecture» ισχυρίζονται ότι η διαδραστική αρχιτεκτονική είναι σχεδόν πιθανό να ανταπεξέλθει σε όλες αυτές τις προκλήσεις. Εισάγουν όμως έναν διαφορετικό κίνδυνο. Τον κίνδυνο η διαδραστική αρχιτεκτονική να περάσει στο υπόβαθρο της καθημερινής ζωής, όπως συνέβη και στο παράδειγμα του ubiquitous computing, με αποτέλεσμα να χάσει σιγά-σιγά τις αξίες και ιδιότητες που την χαρακτηρίζουν τόσο ιδιαίτερη.

Αυτό που θα πρέπει να επισημανθεί είναι ότι η εξέλιξη της αρχιτεκτονικής είναι αέναη. Η ανάπτυξή της μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση ενός κινδύνου, και η αντιμετώπιση αυτού μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία νέων. Η λύση ενός σοβαρού ζητήματος που προκύπτει δεν είναι σίγουρο ότι λύνει στο μέγιστο βαθμό τα κοινωνικά ζητήματα. Με αυτόν τον τρόπο, θεωρείται βέβαιο και σίγουρο ότι το μέλλον της αρχιτεκτονικής στην κοινωνία είναι ανοιχτό και ενδιαφέρον. Εξάλλου, κατασκευές που πριν από χρόνια θεωρούνταν όχι μόνο ανέφικτες, αλλά κανείς δεν μπορούσε καν να συλλάβει τη σκέψη και την ιδέα τους, πλέον πραγματοποιούνται.

Τι κρύβει, λοιπόν, το μέλλον στην αρχιτεκτονική; Θα μπορέσει το αρχιτεκτόνημα να συμπεριφερθεί κάποτε σαν αυτόνομος, ζωντανός οργανισμός; Θα καταστεί, άραγε, η συνύπαρξη ανθρώπου και αρχιτεκτονήματος βιώσιμη ή ολοένα και περισσότερα ζητήματα θα προκύψουν στο μέλλον;



7 βιβλιογραφία



7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

7.1 Βιβλιογραφία Ερευνητικών Εργασιών Α.Π.Θ.

Αβραμίδης Αλκιβιάδης, Διαδραστική Αρχιτεκτονική – *Interactive Architecture*, Ερευνητική Εργασία, Α.Π.Θ., Σεπτέμβριος 2009

Κομινιάς Βασίλης, Χαρίστος Βασίλης, *In-terra-active Architecture*, Ερευνητική Εργασία, Α.Π.Θ.

Μπολαράκης Αλέξης, Βιολογικές διαδικασίες και συστήματα στο σύγχρονο σχεδιασμό, Ερευνητική Εργασία, Α.Π.Θ.

7.2 Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Architectural Design Vol. 75 No1, 4DSpace – Interactive Architecture, Wiley, Jan/Feb 2005

Architectural Design Vol. 78 No2, Versatility and Vicissitude - Performance in Morpho-Ecological Design, Wiley, Mar/Apr 2008

Bar-Cohen Y., Breazeal C., «Biologically Inspired Intelligent Robotics», Proceedings of the SPIE Smart Structures Conference San Diego, Paper 5051-02, SPIE, 2003

Bengtsson Linda Ryan, «The Construction of Interactivity in Public Space – A Study of the digital Interactive Installation «Colour by Numbers», 2007, Helsinki, Finland

Bloch I., «Digital representations - Contribution to Educational Activities of IAPR Technical Committee on Discrete Geometry (TC18)», Paris, France, 2005

Brodey Warren, *The design of intelligent environments: Soft architecture*, Landscape, Autumn 1967

Brown Gary, Introduction, *In Transportable Environments 2*, edited by Robert Kronenburg, Joseph Lim and Wong Yunn Chii, Spon Press, London, 2002

Burry J., Burry M., *The New Mathematics of Architecture*, Thames & Hudson, 2010

Casamonti M., *Jean Nouvel*, Motta, 2009

Coen, Michael. *Design Principles for Intelligent Environments*, Proceedings of the Fifteenth National Conference on Artificial Intelligence, Madison, WI, 1998

Coste-Maniè, E., and Simmons, «Architecture, The Backbone Of Robotic Systems», Proceedings of the 2000 IEE International Conference on Robotics & Automation, San Francisco, CA, 2000

Dreyfus, H. L., and Stuart E. Dreyfus. *Making a mind versus modeling the brain: artificial intelligence at*

a branchpoint, Daedalus ,1988

Eastman, C., *Adaptive-Conditional Architecture*, In Design Participation, Proceedings of the Design Research Society's Conference Manchester, September 1971, Ed. N. Cross, London: Academy Editions, 1972

Fox M., Magnoli G.C., Bonanni L.A., Khalaf R., «Designing a DNA for responsive architecture: a new built environment for social sustainability», MIT Media Lab, 2001

Fox, Michael A., Kemp M., *Interactive Architecture*, Princeton Architectural Press, 2009

Frazer, J., *An Evolutionary Architecture*, London: Architectural Association Publications, Themes VII, John Frazer and the Architectural Association, 1995

Khan O., Brucz J. T., Bruscia N., T. Hume M., «Reflexive Architecture Machines»

Kolarevic B., *Architecture in the Digital Age – Design and Manufacturing*, Spon Press, New York & London, 2003

Kolarevic B., *Digital Fabrication: Manufacturing Architecture in the Information Age*, Sec.4, ACADIA, 2001

Kretzer, Manuel, «Material Animation», CAAD MAS 2010/11, 2011

Mozer, M. C. *An intelligent environment must be adaptive*, IEE Intelligent Systems and their Applications 14, no. 2 ,1999

Mozer, M. C. *Lessons from an adaptive house*, In *Smart environments: Technologies, protocols, and applications*, edited by D. Cook and R. Das, Hoboken, NJ: J. Wiley & Sons, 2005

Negroponte Nicholas, *Soft Architecture Machines* , Cambridge, MA: MIT Press, 1975

Negroponte Nicholas, *The Architecture Machine*, Cambridge, MA: MIT Press, 1973

Oosterhuis K., *Hyperbodies: Towards an E-Motive Architecture*, Basel : Birkhauser ; London : Momena, 2003

Papalexopoulos D., «The Design – Construction Continuum for a non-linear, not-fragmented and not limited in time - Design and Construction Continuum», E.M.II., EAAE No29

Pask, G., *Architectural Relevance of Cybernetics*, Architectural Design, September 1969

Penttilä H., Architect SAFA, «Describing The Changes In Architectural Information Technology To Understand Design Complexity And Free-Form Architectural Expression», ITcon Vol. 11, R. Howard Editions, 2006

Rabeneck, A., *Cybermation: A Useful Dream* , Architectural Design, September 1969

Riley, Terence, *The Changing of the Avant- Garde: Visionary Architectural Drawings from the Howard Gilman Collection*, New York: The Museum of Modern Art, 2002

Senagala, Mahesh and Chris Nakamura, *Going Past the Golem: The Emergence of Smart Architecture*, Published in the Proceedings of the ACA DIA International Conference, Louisville, KY, 2006

Simonnet C., «New Materials, New Conception Processes: A New Uncertainty?», Geneva, Switzerland, 2004

Spiller Neil, *Digital Architecture Now*, Thames & Hudson, 2008

Spiller, Neil, *Reflexive Architecture*, Architectural Design, Wiley, 2002

Sterk T. d'E., «CAAD for Responsive Architecture», The School of Interactive Arts and Technology at Simon Fraser University, Surrey, British Columbia, Canada, Joint Study Report, 2005-06

Sterk, Tristan d'Estree, «Responsive Architecture: User-centred Interactions within the Hybridized Model of Control, Game Set and Match II», Conference Proceedings of the Faculty Of Architecture, Delft University Of Technology, the Netherlands, March 29–April 1, 2006

Sterk, Tristan d'Estree, *Building Upon Negroponte: A Hybridized Model of Control Suitable for A Responsive Architecture*, The School of The Art Institute of Chicago , 2003

Sterk, Tristan d'Estree, *Using Actuated Tensegrity Structures to Produce a Responsive Architecture*, The School of The Art Institute of Chicago, 2003

Usman Haque, «Architecture, Interactions, System», AU: Architettura & Urbanismo, 2006

Voyatzaki M., «The content of Construction Teaching in the new Digital Era», A.Π.Θ., EAAE No29, Thessaloniki, Greece

Weiser, Mark and John Seely Brown, *Designing Calm Technology*, Xerox PARC December 21, 1995

7.3 Διαδικτυακή Βιβλιογραφία

Hoberman C., Schwitter S., Adaptive Structures: Building for Performance and Sustainability, <http://www.di.net/articles/archive/2881/>

<http://blog.iad.zhdk.ch/emotiveenvironments/>

<http://electroland.net/projects/enteractive/>

<http://www.archidose.org/Apro1/040901a.html>

<http://www.architerials.com/2011/05/material-animation-eth-experiments-with-electroluminescent-foil/>

http://www.arcspace.com/architects/nox/d_tower/

http://www.buildingcentre.co.uk/adaptivearchitecture/adaptive_aboutus.html

<http://www.colourbynumbers.org>

<http://www.colourbynumbers.org/pdf/confpaperLRB-CbNwebformat.pdf>

<http://www.d-toren.nl/>

<http://www.hoberman.com/home.html>

<http://www.hoberman.com/soq/HobermanSOQ.pdf>

<http://www.hyperbody.nl/index.php?id=51>

<http://www.imarabe.org/>

<http://www.interactivearchitecture.org/spots-realitiesunited.html>

http://www.lozano-hemmer.com/body_movies.php

<http://www.mas.caad.arch.ethz.ch/mas1011>

<http://www.mrl.nott.ac.uk/~hms/AdaptiveArchitecture.html>

<http://www.omnispace.org/2007/08/lucy-bullivant.html>

<http://www.oosterhuis.nl/quickstart/index.php>

<http://www.philipbeesleyarchitect.com/sculptures/>

Hyperbody, <http://www.protospace.bk.tudelft.nl/>

Marcos Novak, interview by Allesandro Ludovico, Neural, 2001, [http:// www.neural.it/english/marcos-novak.htm](http://www.neural.it/english/marcos-novak.htm)



